

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. Oktober 2005 (13.10.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/095907 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01H 1/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000555

(22) Internationales Anmeldedatum:  
24. März 2005 (24.03.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 015 474.0 26. März 2004 (26.03.2004) DE  
10 2004 022 822.1 8. Mai 2004 (08.05.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CONTI TEMIC MICROELECTRONIC GMBH** [DE/DE]; Sieboldstrasse 19, 90411 Nürnberg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHILLINGER,**

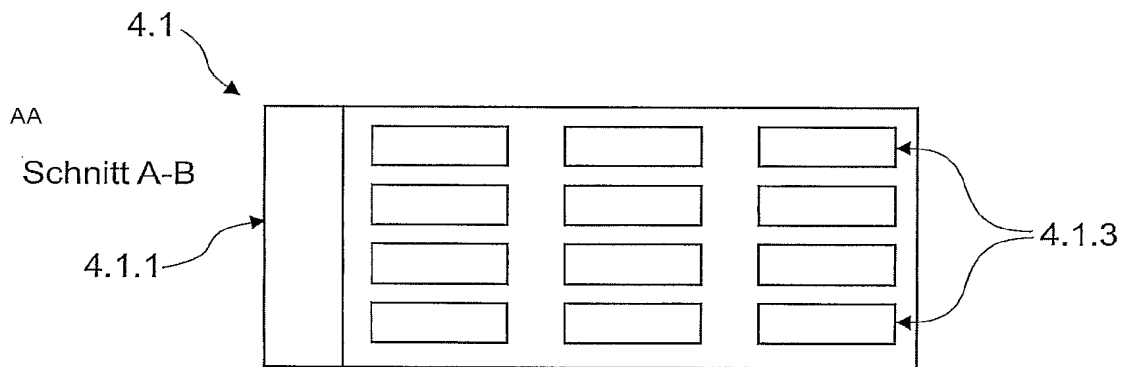
**Jakob** [DE/DE]; Lisztstrasse 9, 85080 Gaimersheim (DE). **HRABI, Joachim** [DE/DE]; Hauptstrasse 34/1, 73252 Lenningen (DE). **HUBER, Dietmar** [DE/DE]; Hans-Lang-Weg 12, 85072 Eichstätt (DE). **BABUTZKA, Wilfried** [DE/DE]; Meisenweg 8, 73265 Dettingen (DE). **FENDT, Günter** [DE/DE]; Balthasar-Lacher-Str. 5, 86529 Schrobenhausen (DE). **WEICHENBERGER, Lothar** [DE/DE]; Ehekirchener Str. 12, 86669 Klingsmoos (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: VEHICLE SENSOR FOR DETECTING IMPACT SOUND

(54) Bezeichnung: FAHRZEUGSENSOR ZUR ERFASSUNG VON KÖRPERSCHALL



AA... SECTION A-B

(57) Abstract: The invention relates to a vehicle sensor (4) for detecting impact sound, said sensor comprising a measured-value sensor (4.1) for detecting the impact sound. The measured-value sensor (4.1) comprises several individual, separate measured-value sensing elements (4.1.x), each of which is coupled to a vehicle structure (5) in such a way that impact sound waves are transmitted by the vehicle structure (5) to the measured-value sensing elements (4.1.x).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Fahrzeugsensor (4) zur Erfassung von Körperschall, der einen Messwertaufnehmer (4.1) zur Erfassung des Körperschalls umfasst, wobei der Messwertaufnehmer (4.1) mehrere einzelne, gesonderte Messwertaufnahmerelemente (4.1.x) umfasst, die jeweils mit einer Fahrzeugstruktur (5) derart gekoppelt sind, dass Körperschallwellen von der Fahrzeugstruktur (5) auf die Messwertaufnahmerelemente (4.1.x) übertragen werden.

WO 2005/095907 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Fahrzeugsensor zur Erfassung von Körperschall

Die Erfindung betrifft einen Fahrzeugsensor zur Erfassung von Körperschall gemäß Anspruch 1.

Es ist bekannt, dass Schwingungen in der Karosserie eines Fahrzeugs, die beispielsweise durch einen Crash verursacht werden, mittels eines Körperschallsensors erfasst werden können. Um den Insassenschutz optimal an unterschiedliche Fahrsituationen anzupassen, werden die Körperschallsensoren unmittelbar außen an der Fahrzeugkarosserie befestigt oder aber im Zentralgerät angeordnet, sofern dieses schwingungstechnisch mit der Fahrzeugkarosserie verkoppelt ist. Die Anbringung außen an der Fahrzeugkarosserie als Seiten- oder Upfrontsensoren ist von Vorteil, wenn ein Seitencrash oder ein Zusammenstoß mit einem Hindernis geringer Masse vorliegt, da sie eine schnelle und sichere Erkennung eines Unfalls und damit den effizienten Einsatz von Schutzmitteln ermöglichen.

Bekannte Vorrichtungen zur Auslösung von Sicherheitseinrichtungen in einem Fahrzeug sind häufig mit mehreren Sensoren zur Erfassung von Körperschall oder Beschleunigung ausgestattet. Sind die Sensoren in der Lage, die Beschleunigung eines Fahrzeugs und den Körperschall gleichzeitig zu erfassen, müssen die Signalanteile der Beschleunigung und des Körperschalls in der Regel aufwendig aus dem breitbandigen Signal mittels einer nachgeordneten Verarbeitungseinheit herausgefiltert werden. Dabei werden entweder digitale Filter eingesetzt, die eine vorherige A/D-Wandlung des Sensorsignals erfordern, oder es werden analoge Filter eingesetzt, deren Einsatz meist noch kostenaufwendiger ist als der Einsatz digitaler Filter. Häufig weisen die Sensoren zudem eine unterschiedliche Empfindlichkeitsrichtung bezüglich der Erfassung von Beschleunigung oder Körperschall auf. Daher werden in einer Sicherheitseinrichtung meistens mehrere dieser Sensoren eingesetzt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es nun, einen Fahrzeugsensor zur Erfassung von Körperschall vorzuschlagen, der eine einfache und genaue Erfassung von Signalanteilen des Körperschalls und gegebenenfalls der Beschleunigung ermöglicht, um beispielsweise die Auslösung einer

- 5 Sicherheitseinrichtung in einem Fahrzeug mit einer möglichst geringen Anzahl von Sensoren zu gewährleisten.

Diese Aufgabe wird durch einen Fahrzeugsensor zur Erfassung von Körperschall mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte

- 10 Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Ein wesentlicher Gedanke der Erfindung besteht darin, dass der Messwertaufnehmer einzelne Messwertaufnehmerelemente aufweist, wobei

- 15 jedes dieser einzelnen Messwertaufnehmerelemente eine Erfassung gewünschter Signalanteile des Körperschalls und gegebenenfalls der Beschleunigung ermöglicht.

Die Erfindung betrifft nun einen Fahrzeugsensor zur Erfassung von Körperschall, der einen Messwertaufnehmer zur Erfassung des Körperschalls umfasst, wobei der Messwertaufnehmer mehrere einzelne, gesonderte Messwertaufnehmerelemente umfasst, die jeweils mit einer Fahrzeugstruktur derart gekoppelt sind, dass Körperschallwellen von der Fahrzeugstruktur auf den Messwertaufnehmer übertragen werden. Die

- 25 Messwertaufnehmerelemente können dabei empfindlich für unterschiedliche Frequenzbereiche ausgebildet sein. Die Messwertaufnehmerelemente können auch unterschiedliche Empfindlichkeitsrichtungen aufweisen. Der Fahrzeugsensor kann somit Signalanteile des Körperschalls zur Verfügung stellen, ohne dass ein aufwändiges Herausfiltern der erforderlichen  
30 Frequenzen aus einem sonst üblichen breitbandigen Signal und damit eine aufwändige Schaltungsanordnung zur Filterung notwendig ist. Mit einer geeigneten Anordnung der einzelnen Messwertaufnehmerelemente kann eine geeignete Erfassung der gewünschten Signalanteile, auch unter

Berücksichtigung unterschiedlicher Empfindlichkeitsrichtungen, realisiert werden. So kann beispielsweise eine Sicherheitseinrichtung eines Fahrzeug wie ein Insassenschutzsystem mit einer möglichst geringen Anzahl von Fahrzeugsensoren kostengünstig implementiert werden.

5

Die Erfassung der unterschiedlichen Signalanteile über die einzelnen Messwertaufnehmerelemente, die jeweils eine Messelektrode aufweisen, kann mit Hilfe einer gemeinsamen Messelektrode erfolgen. Dazu können die Potentiale beziehungsweise die Änderung der Potentiale zwischen der  
10 gemeinsamen Elektrode und jeweils einer anderen Messelektrode gemessen und ausgewertet werden.

Der Fahrzeugsensor eignet sich insbesondere dazu, longitudinale Körperschallwellen zu erfassen. Damit können beispielsweise  
15 Diagnoseeinrichtungen realisiert werden, die zur Auswertung von Crash-Signaturen, Lagerschäden, Bremsverschleiß, Fahrbahnbelägen, Verbrennungsanomalien oder Dröhngeräuschen dienen. Die dabei gemessenen Kräfte können Axial-, Biege-, Scher-, Torsions- oder auch Beschleunigungskräfte sein. Die Erfassung und Verarbeitung longitudinaler  
20 Körperschallwellen ist vorteilhaft, da sie eine Bestimmung des Ursprungs der Körperschallwelle ermöglichen. Damit kann mit nur einem Fahrzeugsensor gemäß der Erfindung prinzipiell eine Ebene hinsichtlich des Körperschalls überwacht werden.

25 In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fahrzeugsensor derart ausgebildet, dass die einzelnen Messwertaufnehmerelemente mit der Fahrzeugstruktur derart gekoppelt sind, dass longitudinale und/oder transversale Körperschallwellen von der Fahrzeugstruktur auf den Messwertaufnehmer übertragen werden. Durch die Erfassung transversaler  
30 Körperschallwellen kann weitere Information über beispielsweise ein Crashereignis gewonnen werden, die für die Steuerung einer Sicherheitseinrichtung von Bedeutung sein kann.

Aufgrund der unterschiedlichen Amplituden der Signalanteile des longitudinalen oder transversalen Körperschalls oder der Beschleunigung kann es von Vorteil sein, wenn eine im Fahrzeugsensor, insbesondere auf einem Träger angeordnete Verarbeitungseinheit, die vorzugsweise als

5 integrierte Halbleiterschaltung ausgebildet ist, eine ausreichende Dynamik besitzt. Longitudinale Körperschallwellen weisen meist eine geringere Amplitude als transversale Körperschallwellen oder auch Beschleunigungssignale auf. Die Verarbeitungseinheit kann deshalb ausgebildet sein, Signale mit unterschiedlichen Amplituden ohne

10 Übersteuerung zu verarbeiten, insbesondere dann, wenn unerwünschte Signalanteile nicht ausreichend durch die erfindungsgemäße Konstruktion des Fahrzeugsensor gedämpft werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Fahrzeugsensors sind die

15 Messwertaufnahmerelemente mit der Fahrzeugstruktur über eine elastische oder eine visko-elastische Koppelschicht zur Übertragung der Körperschallwellen gekoppelt. Eine derartige Koppelschicht bewirkt, dass bei einer Übertragung von Signalanteilen bestimmte Signalanteile gedämpft werden. Dadurch wird beispielsweise eine Art von Filterung von

20 Signalanteilen, insbesondere von unerwünschten Signalanteilen ermöglicht.

Insbesondere ist die visko-elastische Koppelschicht als eine gemeinsame, sich über die Fläche aller Messwertaufnahmerelemente zwischen den Messwertaufnahmerelementen und der Fahrzeugstruktur erstreckende

25 Schicht ausgebildet. Dabei kann der Kopplungsfaktor in Richtung zum Messwertaufnehmer größer oder mindestens gleich dem Kopplungsfaktor quer zum Messwertaufnehmer sein.

Die visko-elastische Koppelschicht kann auch in Form von separaten Noppen

30 zwischen den Messwertaufnahmerelementen und der Fahrzeugstruktur ausgebildet sein. Die Noppen können mittels Dispensen oder Rackeln auf die Messwertaufnahmerelemente aufgebracht werden. Der Freiraum zwischen den Noppen kann beispielsweise mit einem harten, unelastischen Underfiller-

Material ausgefüllt werden. Mit einer derartigen Anordnung kann eine frequenzabhängige Übertragung beispielsweise der Körperschallwellen in einer Empfindlichkeitsrichtung des Fahrzeugsensors realisiert werden.

Außerdem kann ein Übersprechen zwischen den

5 Messwertaufnehmerelementen verhindert werden.

Ist der Messwertaufnehmer in einer Array-Anordnung der Messwertaufnehmerelemente mittels einer Matrize, die Freisparungen im Bereich der Messwertaufnehmerelemente aufweist, mit der Fahrzeugstruktur  
10 verbunden, kann die visko-elastische Koppelschicht in Form von Füllungen der Freisparungen der Matrize zwischen den Messwertaufnehmerelementen und der Fahrzeugstruktur ausgebildet sein.

Die Noppen oder Füllungen der Matrizenaussparungen können zur  
15 Anpassung der Wirkflächen der Messwertaufnehmerelemente an die Fahrzeugstruktur und zur Optimierung der frequenzabhängigen Dämpfung unterschiedliche Querschnitte, Dicken oder Formen aufweisen. Weiterhin kann zur Optimierung der Ankopplung der Messwertaufnehmerelemente an die Fahrzeugstruktur unter Nutzung der Wellenbrechung eine Anpassung des  
20 Wellentyps, beispielsweise einer Biege-, Torsions-, Longitudinal-, Transversal-, Rayleigh- oder Dehnwelle, an das Messprinzip des Messwertaufnehmers (Messung von Druck-, Biege-, Scher- oder Torsionskräften) erfolgen.

25 In einer bevorzugten Ausführungsform des Fahrzeugsensors sind die Messwertaufnehmerelemente in Form einer Facettenstruktur angeordnet. In einer alternativen, bevorzugten Ausführungsform sind die Messwertaufnehmerelemente in Form eines Arrays angeordnet. Dabei können die Messwertaufnehmerelemente eine rechteckige Fläche aufweisen.

30 In diesen beiden Ausführungsformen des Fahrzeugsensors weist der Messwertaufnehmer vorzugsweise mindestens acht Messwertaufnehmerelemente auf. Es hat sich gezeigt, dass für die Körperschallerfassung in einer Ebene mindestens acht

Messwertaufnehmerelemente beziehungsweise Messelektroden optimal sind, um eine zuverlässige Bestimmung der Ausbreitungsrichtung der Körperschallwelle zu ermöglichen.

- 5 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Fahrzeugsensors sind die Messwertaufnehmerelemente in Form einer Digitalstruktur angeordnet. Die Messwertaufnehmerelemente können dabei eine kammartige Fläche aufweisen. Mit einer Digitalstruktur können beispielsweise spezielle Filtereigenschaften des Fahrzeugsensors realisiert werden. In dieser
- 10 Ausführungsform des Fahrzeugsensors weist der Messwertaufnehmer vorzugsweise mindestens zwei Messwertaufnehmerelemente auf.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Fahrzeugsensors sind die Messwertaufnehmerelemente in Form einer Selbstteststruktur angeordnet.

- 15 Eine Selbstteststruktur kann das Durchführen eines Selbsttests des Fahrzeugsensors ermöglichen. Dazu kann zusätzlich zu den anderen Messwertaufnehmerelementen beziehungsweise Messelektroden eine Selbsttestelektrode implementiert werden. Über diese Selbsttestelektrode kann ein Testsignal eingespeist werden, dass dann von den anderen
- 20 Messelektroden gemessen werden kann. Hierzu sind mindestens zwei weitere Messelektroden neben der Selbsttestelektrode notwendig.

Durch die geometrische Form der Messwertaufnehmerelemente beziehungsweise deren Abmessungen und die Anordnung der

25 Messwertaufnehmerelemente kann eine Übertragung bestimmter Körperschallwellen beeinflusst werden. So kann eine Dämpfung unerwünschter Signalanteile beziehungsweise ein bevorzugtes Übertragen erwünschter Signalanteile gegenüber unerwünschten Signalanteilen erreicht werden.

30

Wenn der Fahrzeugsensor beispielsweise zur Erfassung eines Bewegungsablaufs eines Fahrzeugs eingesetzt wird, können die Abmessungen der Messwertaufnehmerelemente beziehungsweise der



Messelektroden kleiner sein als die kleinste zu erfassende Wellenlänge des Körperschalls. Bei einer Facetten- oder Arrayanordnung können daher die Abmessungen der rechteckförmigen Messelektroden kleiner sein als die kleinste zu erfassende Wellenlänge des Körperschalls. Analog dazu können die Abmessungen der kammartigen Strukturen der Messelektroden in einer Digitalanordnung ebenfalls kleiner sein als die kleinste zu erfassende Wellenlänge des Körperschalls.

Wird der Fahrzeugsensor dagegen beispielsweise als Wellenfilter eingesetzt, können die Abmessungen der Messwertaufnahmerelemente beziehungsweise der Messelektroden größer sein als die größte zu erfassende Wellenlänge des Körperschalls. Auch hier gilt dies sowohl für die Abmessungen der rechteckförmigen Messelektroden in einer Facetten- oder Arraystruktur als auch für die kammartigen Strukturen der Messelektroden in einer Digitalanordnung.

Insbesondere ist der Messwertaufnehmer als piezoelektrischer Messwertaufnehmer ausgebildet. Piezoelemente sind in der Lage, Biege-, Scher-, Torsions-, Zug- oder Druckkräfte zu erfassen. Sie weisen eine hohe Empfindlichkeit auf und können Schwingungen in einem breiten Frequenzbereich erfassen. Mit einem piezoelektrischen Messwertaufnehmer können insbesondere Facettenstrukturen mit Umkontaktierung gut realisiert werden. Da sie unterschiedliche Kräfte erfassen können, können mit Piezoelementen unterschiedliche Ausführungsformen des Fahrzeugsensors einfach und kostengünstig realisiert werden.

Andererseits kann der Messwertaufnehmer auch als piezoresistiver oder kapazitiver Messwertaufnehmer ausgebildet sein. Mit einem derartigen Messwertaufnehmer lassen sich Druckkräfte gut erfassen. Sie weisen eine feine räumliche Auflösung auf. Insbesondere Array-Anordnungen können mit einem derartigen Messwertaufnehmer gut realisiert werden. Die Elektronik der Verarbeitungseinheit kann dabei in der Arraystruktur integriert werden. Vorzugsweise ist der Fahrzeugsensor dann als ASIC ausgebildet, wobei die

Kontaktierung der Messwertaufnehmerelemente innerhalb des ASICs realisiert wird.

Weiterhin kann der Sensor einen Träger für den Messwertaufnehmer  
5 umfassen, der als ein Substrat, ein Verdrahtungsträger oder eine Folie ausgebildet ist. Vorzugsweise kann sich der Träger zur weiteren Montage in ein Gehäuse eignen. Bei Verwendung von auf Halbleitern basierenden Technologien, insbesondere von anwendungsspezifischen Schaltkreisen, kann der Träger ein Lead Frame sein, dass mit einer Molding Masse als  
10 Gehäuse vergossen wird.

Bevorzugt ist der Messwertaufnehmer über eine kraft- und/oder formschlüssige Verbindung mit dem Träger verbunden. Diese Verbindung ist beispielsweise eine Klebestelle oder eine Kontaktschicht. Sie kann  
15 Kontaktflächen aufweisen, die eine elektrische Signalübertragung zwischen den Elektroden des Messwertaufnehmers und einer auf dem Träger angeordneten Verarbeitungseinheit gewährleisten.

Zum Schutz vor Umwelteinflüssen kann der Sensor ein Gehäuse aufweisen.  
20 In einer bevorzugten Ausführungsform des Fahrzeugsensors ist das Gehäuse als Hybridgehäuse ausgebildet. Das Gehäuse des Fahrzeugsensors kann derart ausgebildet sein, dass es in einen Hohlraum der Fahrzeugstruktur eingepasst und dort über eine Klebe-, Löt-, Schweiß-, Klemm- oder Schraubverbindung befestigt werden kann. Der Hohlraum kann zusätzlich mit  
25 einem Verguss ausgefüllt werden. Alternativ ist es möglich, dass das Gehäuse über einen Montageblock, der den Fahrzeugsensor samt Gehäuse aufnimmt, an der Fahrzeugstruktur befestigt wird.

Der Fahrzeugsensor kann auch einen Beschleunigungssensor umfassen, um  
30 mit hoher Präzision Beschleunigungen erfassen zu können. Der Beschleunigungssensor ist vorzugsweise als piezoelektrischer oder mikromechanischer Beschleunigungsaufnehmer realisiert.

Aufgrund der unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten des Fahrzeugsensors im Fahrzeug sowie der unterschiedlichen Amplituden der Signalanteile des longitudinalen oder transversalen Körperschalls oder der Beschleunigung ist es vorteilhaft, wenn die Empfindlichkeit der Beschleunigungsmessung im Herstellungsprozess des Fahrzeugsensors je nach Anwendung unterschiedlich in einem Bereich von etwa  $\pm 1g$  bis etwa  $\pm 1000g$  eingestellt wird. Damit kann eine Übersteuerung einer im Fahrzeugsensor integrierten Verarbeitungseinheit vermieden werden. Eine höhere Empfindlichkeit von bis zu etwa  $\pm 1000g$  kann dann eingestellt werden, wenn der Fahrzeugsensor beispielsweise im Frontalbereich des Fahrzeugs eingesetzt werden soll, um einen Frontalcrash zu detektieren. Aber auch ein Zusammenstoß mit einem Fußgänger, der im Vergleich zu einem anderen Fahrzeug eine geringe Masse aufweist, kann dann beispielsweise zur Auslösung eines Fußgängerschutzsystems sicher detektiert werden.

Außerdem kann der Fahrzeugsensor ausgebildet sein, dass die Messwertaufnahmerelemente mit der Fahrzeugstruktur über mindestens eine mechanische Kontaktstelle zur Übertragung der Körperschallwellen gekoppelt sind. Dabei kann die mindestens eine mechanische Kontaktstelle eine Kegelform aufweisen, wobei die Grundfläche des Kegels kreisförmig oder oval sein kann. Ist der Fahrzeugsensor zusätzlich über einen Montageblock mit der Fahrzeugstruktur verbunden, können auch die Anbringungsflächen zwischen dem Montageblock und der Fahrzeugstruktur derartige Kontaktstellen aufweisen. Vorzugsweise ist der Kegel derart angeordnet, dass seine Grundfläche mit dem Messwertaufnehmer oder gegebenenfalls mit dem Montageblock, der den Fahrzeugsensor enthält, verbunden ist, wogegen die Spitze des Kegels mit der Fahrzeugstruktur verbunden ist. Dadurch kann eine Dämpfung unerwünschter Signale beziehungsweise ein bevorzugtes Übertragen erwünschter Signalanteile gegenüber unerwünschten Signalanteilen ermöglicht werden.

Wird der Fahrzeugsensor beispielsweise zur Erfassung eines Bewegungsablaufs eines Fahrzeugs eingesetzt, sollten die Abstände

zwischen den mechanischen Kontaktstellen kleiner sein als die kleinste zu erfassende Wellenlänge.

5 Wird der Fahrzeugsensor beispielsweise als Wellenfilter eingesetzt, sollten die Abstände zwischen den mechanischen Kontaktstellen größer sein als die größte zu erfassende Wellenlänge.

10 Die Erfindung betrifft ferner eine Sicherheitseinrichtung für ein Fahrzeug mit mindestens einem Fahrzeugsensor gemäß der Erfindung. Mit nur einem Fahrzeugsensor, kann eine Ebene hinsichtlich eines Zusammenstosses überwacht werden und die Sicherheitseinrichtung rechtzeitig und zuverlässig in Abhängigkeit von der Art des Unfalls ausgelöst werden.

15 Die Erfindung betrifft außerdem eine Diagnoseeinrichtung für ein Fahrzeug mit mindestens einem Fahrzeugsensor gemäß der Erfindung. Derartige Diagnoseeinrichtungen können beispielsweise Erkennungsvorrichtungen für Crashsignaturen, Lagerschäden, Bremsverschleiß, Fahrbahnbelägen, Verbrennungsanomalien oder Dröhngeräuschen umfassen. So kann er beispielsweise eine Kugellager- oder Rollenlagerüberwachung aufgrund von  
20 Schwingungsmessungen an den relevanten Stellen durchführen. Ebenfalls kann mit ihm eine Fahrbahnzustandsüberwachung aufgrund einer Schwingungsanalyse der im Fahrwerk auftretenden Schwingungen realisiert werden. Er kann weiterhin in Stabilitäts- und Bremssystemen des Fahrzeugs oder in Fahrdynamikregelungssystemen eingesetzt werden. Der  
25 Fahrzeugsensor mit seiner charakteristischen Empfindlichkeitsrichtung wird dabei entsprechend der Ausrichtung der zu messenden Schwingungen angebracht.

30 Die Erfindung betrifft weiterhin die Verwendung des Fahrzeugsensors gemäß der Erfindung zur Auswertung von überlagerten voneinander unabhängigen Körperschallwellen beziehungsweise zur Differenzierung zwischen überlagerten voneinander unabhängigen Körperschallwellen, als

durchstimmbaren Bandpass und/oder Effektivwertbildner oder als Parameterschätzer oder zur Ermittlung statistischer Kenngrößen.

5 Es hat sich gezeigt, dass es bei mehr als acht Messwertaufnehmerelementen möglich ist, eine Auswertung von überlagerten unabhängigen Wellen beziehungsweise eine Differenzierung zwischen überlagerten unabhängigen Wellen durchzuführen.

10 Durch die Auswertung von überlagerten unabhängigen Wellen beziehungsweise die Differenzierung zwischen überlagerten unabhängigen Wellen kann beispielsweise eine Bestimmung des Ursprungs der Körperschallwelle beziehungsweise eine Ortung der Signalquelle ermöglicht werden. Eine Richtungsauswertung von auftretenden Körperschallwellen kann vorteilhaft bei der Realisierung eines Insassenschutzsystems verwendet  
15 werden, um beispielsweise des Ort des Zusammenstosses mit einem Hindernis zu ermitteln und dadurch das Insassenschutzsystem gezielter steuern zu können.

20 Weiterhin kann damit eine Spektralanalyse der Körperschallwellen und insbesondere eine FFT (Fast Fourier Transformation) und/oder eine Kurzzeit-FFT durchgeführt werden. Damit kann die Implementierung einer Sicherheitseinrichtung in einem Fahrzeug mit einer möglichst geringen Anzahl von Fahrzeugsensoren realisiert werden.

25 Außerdem können sich daraus weitere Einsatzmöglichkeiten des Fahrzeugsensors ergeben. Durch die Auswertung von überlagerten unabhängigen Wellen beziehungsweise die Differenzierung zwischen überlagerten unabhängigen Wellen kann eine Amplitudendemodulation und/oder eine Frequenzdemodulation von Messsignalen ermöglicht werden.  
30 Außerdem können mit diesen Eigenschaften verschiedene Filterfunktionen nachgebildet werden.

Weitere Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen.

- 5 In der Beschreibung, in den Ansprüchen, in der Zusammenfassung und in den Zeichnungen werden die in der hinten angeführten Liste der Bezugszeichen verwendeten Begriffe und zugeordneten Bezugszeichen verwendet.

Die Zeichnungen zeigen in:

10

Fig. 1 eine Realisierung eines Insassenschutzsystems mit zwei Fahrzeugsensoren gemäß der Erfindung;

Fig. 2.1 eine schematische Darstellung des Fahrzeugsensors gemäß der Erfindung, wobei der Fahrzeugsensor neben dem Körperschall auch die Beschleunigung erfasst;

15

Fig. 2.2 eine Frequenzcharakteristik des von dem in Fig. 2.1 dargestellten Fahrzeugsensor erfassten Signals;

Fig. 3 eine erste Ausführungsform des Fahrzeugsensors gemäß der Erfindung;

20

Fig. 4.1 eine detaillierte Darstellung der Anbringung des Messwertaufnehmers auf dem Träger der in Fig. 3 dargestellten ersten Ausführungsform;

Fig. 4.2 eine vergrößerte Darstellung eines durch einen punktierten Kreis definierten Ausschnittes der Fig. 4.1;

25

Fig. 4.3 die Darstellung eines der Linie A-B folgenden Schnittes der Fig. 4.1;

Fig. 5.1 eine Facettenanordnung der Messwertaufnahmerelemente;

Fig. 5.2 eine Array-Anordnung der Messwertaufnahmerelemente;

Fig. 6.1 eine Digital-Anordnung der Messwertaufnahmerelemente;

Fig. 6.2 eine Selbsttest-Anordnung der Messwertaufnahmerelemente;

30

Fig. 7 eine zweite Ausführungsform des Fahrzeugsensors gemäß der Erfindung;

Fig. 8 eine vergrößerte Darstellung eines durch einen Kreis definierten Ausschnittes der Fig. 7;

- Fig. 9.1 eine dritte Ausführungsform des Fahrzeugsensors gemäß der Erfindung;
- Fig. 9.2 die Darstellung eines der Linie A-B folgenden Schnittes der Fig. 9.1;
- Fig. 10.1 eine Darstellung der Ankopplung der Messwertaufnahmerelemente an die Fahrzeugstruktur über die viskoelastische Koppelschicht;
- 5 Fig. 10.2 eine Darstellung der Ankopplung der Messwertaufnahmerelemente an die Fahrzeugstruktur über viskoelastische Noppen;
- Fig. 10.3 eine Darstellung der Ankopplung der Messwertaufnahmerelemente an die Fahrzeugstruktur über mit viskoelastischem Material gefüllte Freisparungen einer Matrizie;
- 10 Fig. 11.1 verschiedene Ausführungsformen der Noppen beziehungsweise Freisparungen der Matrizie;
- Fig. 11.2 eine Darstellung der Ankopplung der Messwertaufnahmerelemente an die Fahrzeugstruktur mit einer Anpassung der Welle an das
- 15 Messwertaufnahmerelement;
- Fig. 12 eine Realisierung eines Insassenschutzsystems mit Seiten- und Upfrontsensoren gemäß dem Stand der Technik;
- Fig. 13 eine Darstellung der Empfindlichkeitsrichtungen von Beschleunigungsaufnehmern eines Insassenschutzsystems gemäß
- 20 dem Stand der Technik.

Fig. 12 zeigt eine Realisierung eines Insassenschutzsystems mit Seiten- und Upfrontsensoren gemäß dem Stand der Technik. Das Fahrzeug 1 ist mit einem zentralen Steuergerät 2 ausgestattet, das für die Steuerung

25 beziehungsweise Auslösung einer Sicherheitseinrichtung in dem Fahrzeug 1 vorgesehen ist. Weiterhin ist eine Anzahl von Sensoren (3.1.2, 3.2, 3.3) im Fahrzeug angeordnet, die für eine schnelle Detektion eines Frontal- oder Seitencrashes vorgesehen sind.

30 Das Steuergerät 2 ist zentral im Fahrzeug 1, vorzugsweise im Fahrzeugtunnel, angeordnet. Es steuert beispielsweise die Auslösung von nicht näher dargestellten Insassenschutzeinrichtungen wie Gurtstraffern, Airbags oder Überrollvorrichtungen, die zum richtigen Zeitpunkt während oder

nach einem Zusammenstoß aktiviert werden müssen, um dem Insassen einen möglichst großen Schutz zu bieten.

Bei den seitlich im Fahrzeug 1 angeordneten Sensoren handelt es sich um  
5 Seitensensoren 3.1.2, die zur Erkennung eines Seitencrashes dienen. Die  
Empfindlichkeit der Seitensensoren 3.1.2 ist üblicherweise in y-Richtung, d.h.  
in Fahrzeugquerrichtung ausgerichtet. Es sind auch schon Vorrichtungen  
bekannt, bei denen die Seitensensoren 3.1.2 eine zusätzliche Empfindlichkeit  
in x-Richtung, d.h. in Fahrzeuglängsrichtung, aufweisen, wie sie in Fig. 12 mit  
10 einem gepunkteten Pfeil dargestellt ist. Die zusätzlichen  
Beschleunigungsaufnehmer in Fahrzeuglängsrichtung sind hauptsächlich zur  
Detektion von Crashes vorgesehen, die im Bereich der Kotflügel des  
Fahrzeugs 1, also nicht mittig von vorn oder hinten auftreten. Diese Crash  
sind schwierig zu detektieren, da die Karosserie des Fahrzeugs 1 im Bereich  
15 der Kotflügel relativ weich ist und daher ein Crash relativ spät erkannt wird.

Bei den im vorderen Bereich des Fahrzeugs angeordneten Sensoren handelt  
es sich um zentral angeordnete Upfrontsensoren 3.3 und seitlich angeordnete  
Upfrontsensoren 3.2. Diese werden zur Detektion eines Frontalcrashes  
20 eingesetzt. Je nach den Erfordernissen des auszulösenden  
Insassenschutzsystems können zwei seitlich angeordnete Upfrontsensoren  
3.2 oder nur ein mittig angeordneter Upfrontsensor 3.3 notwendig sein, um  
einen Crash zuverlässig zu detektieren und das Insassenschutzsystem sicher  
auszulösen. Die Empfindlichkeitsrichtung der Upfrontsensoren 3.2, 3.3 ist  
25 dabei in x-Richtung, d.h. in Fahrzeuglängsrichtung ausgerichtet.

Die Seitensensoren 3.1.2 und die Upfrontsensoren 3.2, 3.3 werden möglichst  
nahe der Fahrzeugaußenhaut angebracht, um beispielsweise auch Unfälle mit  
pfahlförmigen Hindernissen detektieren zu können. Bei derartigen Unfällen ist  
30 eine sichere Detektion deswegen problematisch, da die Amplitude des  
gemessenen Beschleunigungssignals relativ gering ist. Auch bei Seitencrashes  
ist die Anordnung der Sensoren nahe der Fahrzeugaußenhaut notwendig, um



das Insassenschutzsystem schnell und sicher auszulösen, da die Knautschzone an der Seite des Fahrzeugs gering ist.

Fig. 13 zeigt eine Darstellung der Empfindlichkeitsrichtungen von

- 5 Beschleunigungsaufnehmern eines Insassenschutzsystems gemäß dem Stand der Technik. Dabei weist das Steuergerät 2.2 zwei Beschleunigungsaufnehmer auf, deren Empfindlichkeitsrichtung 3 jeweils um 90° versetzt sind. Im ersten Fall, der links dargestellt ist, ist die Empfindlichkeit des ersten Beschleunigungsaufnehmers in x-Richtung, d.h. in
- 10 Richtung der Fahrzeuglängsachse ausgerichtet, während die Empfindlichkeit des zweiten Beschleunigungsaufnehmers in y-Richtung, d.h. in Richtung der Fahrzeugquerachse ausgerichtet ist. Im zweiten Fall, der rechts dargestellt ist, sind die Empfindlichkeiten des ersten und zweiten Beschleunigungsaufnehmers jeweils um 45° versetzt zur
- 15 Fahrzeuglängsachse ausgerichtet. Die Beschleunigungsaufnehmer lassen sich in jeder erdenklichen Winkelposition anordnen, um anhand der resultierenden Beschleunigungsvektoren eine Ebene hinsichtlich einer Änderung der Beschleunigung überwachen zu können.

- 20 Fig. 1 zeigt eine Realisierung eines Insassenschutzsystems mit zwei Fahrzeugsensoren 4 gemäß der Erfindung. Die Anbringung der Fahrzeugsensoren 4 unmittelbar an der Fahrzeugaußenhaut ist aufgrund ihrer Funktionsweise nicht erforderlich. Sie sind in der Nähe oder innerhalb des zentral angeordneten Steuergerätes 2 angeordnet.

25

- Da sich sowohl transversale als auch longitudinale Körperschallwellen schneller im Fahrzeug ausbreiten als die durch eine Beschleunigungsänderung erzeugten Schwingungen, ist eine Anbringung der Fahrzeugsensoren 4 an der Fahrzeugaußenhaut nicht unbedingt erforderlich,
- 30 da auch bei einer Anbringung in geschützten Hohlräumen des Fahrzeugs oder nahe oder innerhalb des Steuergeräts 2 eine rechtzeitige Auslösung des Insassenschutzsystems garantiert werden kann.

Da der Fahrzeugsensor 4 gemäß der Erfindung eine Richtungscharakteristik in x- und y-Richtung aufweisen kann, deren resultierende Richtungscharakteristik mit einem Pfeil dargestellt ist, ist es möglich, mit nur einem Fahrzeugsensor 4 eine aus Fahrzeuglängsachse und –querachse gebildete Fläche hinsichtlich einer Unfalldetektion zu überwachen. Um die Sicherheit beim Auslösen eines Insassenschutzsystems zu erhöhen, wird mit einem zweiten Fahrzeugsensor 4, dessen resultierende Richtungscharakteristik um 90° versetzt zu der des ersten Fahrzeugsensors 4 ist, eine Plausibilisierung des Auslösesignals für das Insassenschutzsystem vorgenommen. Alternativ dazu kann eine Plausibilisierung des Auslösesignals auch durch die Verwendung eines weiteren Signalanteils, beispielsweise dem der Beschleunigung, des gleichen Fahrzeugsensors 4 erfolgen.

Die Anbringung eines weiteren Fahrzeugsensors 4 beispielsweise nahe der Fahrzeugaußenhaut zusätzlich zu dem zentral im Steuergerät angeordneten Fahrzeugsensor 4, obwohl dieser eine aus Fahrzeuglängsachse und –querachse gebildete Fläche überwachen kann, ist beispielsweise dann erforderlich, wenn ein Zusammenstoß mit einem leichten Hindernis detektiert werden soll.

Fig. 2.1 zeigt eine schematische Darstellung des Fahrzeugsensors 4 gemäß der Erfindung, wobei der Fahrzeugsensor 4 neben dem Körperschall oberhalb 4 kHz auch die Beschleunigung unterhalb 500 Hz erfasst. Fig. 2.2 zeigt eine Frequenzcharakteristik des von dem in Fig. 2.1 dargestellten Fahrzeugsensor 4 erfassten Signals. Der Fahrzeugsensor 4 ist in einem Fahrzeug 1 angeordnet, das sich in Fahrtrichtung 1.1 bewegt. Er weist einen Messwertaufnehmer 4.1 zur Erfassung des Körperschalls oberhalb 4 kHz und der Beschleunigung unterhalb 500 Hz und eine Verarbeitungseinheit 4.2 auf.

Die Verarbeitungseinheit 4.2 umfasst eine integrierte Verstärkerschaltung, welche die Messsignale des Körperschalls 6.4 und der Beschleunigung 6.3 für die weitere Verarbeitung in der nachfolgenden Auswertungseinheit 2.1 aufbereitet. Die Auswertungseinheit 2.1 ist in diesem Fall ein Mikroprozessor

des Steuergerätes 2 für ein Insassenschutzsystem. Die Aufbereitung der Messsignale des Körperschalls 6.4 und der Beschleunigung 6.3 umfassen eine Filterung und eine Digitalisierung der gefilterten Signale durch einen A/D-Wandler, so dass diese dann am Ausgang 4.2.1 der Verarbeitungseinheit 4.2 als digitales Signal anliegen. Die so erzeugten Signale werden dann über eine

digitale Schnittstelle dem Mikroprozessor im Steuergerät 2 zugeführt. Außerdem entfällt so eine zusätzliche aufwendige externe Signalfilterung. Damit eine Übersteuerung der Verarbeitungseinheit 4.2 vermieden wird, wird die Empfindlichkeit des Fahrzeugsensors hinsichtlich einer Beschleunigung zwischen  $\pm 1g$  und  $\pm 1000g$  so gewählt, dass sie den Erfordernissen des Fahrzeugsensoreinsatzes genügt, ohne dass zu große Amplitudenunterschiede der unterschiedlichen Signalanteile auftreten.

Fig. 3 zeigt eine erste Ausführungsform des Fahrzeugsensors 4 gemäß der Erfindung, der auf der Fahrzeugstruktur 5 angebracht ist. In der Fahrzeugstruktur 5 breiten sich Körperschallwellen in Richtung 6 aus, wobei sie sich in longitudinale Körperschallwellen 6.1 und transversale Körperschallwellen 6.2 unterteilen. Longitudinale Körperschallwellen 6.1 schwingen in Ausbreitungsrichtung der Körperschallwelle 6, transversale Körperschallwellen 6.2 dagegen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Körperschallwelle 6.

Der Fahrzeugsensor 4 weist ein Substrat als Träger 4.3 auf. Dieses Substrat kann ein Keramik-, ein Emaille- oder ein Leiterplattensubstrat sein. An dem Träger 4.3 ist mittels einer Kontaktierschicht 4.8.1 als kraftschlüssige Verbindung ein Piezoelement als Messwertaufnehmer 4.1 angebracht. Auf der gegenüberliegenden Fläche des Trägers 4.3 ist eine integrierte Halbleiterschaltung als Verarbeitungseinheit 4.2 angeordnet. Zusätzlich kann ein mikromechanischer Beschleunigungssensor 4.4 angeordnet sein. Der Träger 4.3, die Verarbeitungseinheit 4.2 und der Beschleunigungssensor 4.4 sowie das Lead Frame 4.9, das zur Kontaktierung dient, sind mit einer Mold Masse 4.7 umspritzt, um den Sensorkörper 4.0 zu bilden. Die Kontakte des Lead Frame 4.9 des Sensorkörpers 4.0 sind mit den Steckerpins 8.1

verbunden, die den Anschlussstecker 8.2 bilden. Der Sensorkörper 4.0 ist in dem Gehäuse 4.10 angebracht und mit einem Verguss 4.6 ausgegossen. Das Gehäuse 4.10 umschließt dabei den Sensorkörper 4.0 und den Verguss 4.6 nicht vollkommen.

5

Um eine Übertragung der Signale des Körperschalls und der Beschleunigung zu gewährleisten, ist zwischen der piezoelektrischen Schicht 4.1 mit einer darauf angebrachten Elektrode 4.1.1 und der Fahrzeugstruktur 5 eine elastische Koppelschicht 7.1 angebracht, die ausgebildet ist, eine Dämpfung unerwünschter Signalanteile vorzunehmen beziehungsweise erwünschte Signalanteile bevorzugt zu übertragen.

10

Die elastische Kontaktierschicht 4.8.1 zwischen dem Träger 4.3 und der piezoelektrischen Schicht 4.1 ermöglicht eine elektrische Signalübertragung an einer oder mehreren Kontaktstellen zu den Kontakten des Lead Frame und damit zu dem Anschlussstecker 8.2. Durch die Erfassung eines Potentials beziehungsweise der Veränderung des Potentials zwischen der Elektrode 4.1.1 und einer weiteren Elektrode, die auf der anderen Seite der piezoelektrischen Schicht 4.1 angebracht ist und hier nicht näher dargestellt ist, können auf die piezoelektrische Schicht 4.1 einwirkende Kräfte gemessen werden.

15

20

Die Mold Masse 4.7 bildet einen Schutz für den Träger 4.3 und die damit verbundene piezoelektrische Schicht 4.1, die Verarbeitungseinheit 4.2 und den Beschleunigungssensor 4.4. Die daraus resultierende Formgebung des Sensorkörpers 4.0 bietet eine Montagehilfe für den Träger 4.3, der das piezoelektrischen Element 4.1 umfasst, in dem darauffolgenden Verarbeitungsschritt, bei dem der Sensorkörper 4.0 mittels des Vergusses 4.6 in dem Sensorgehäuse 4.10 eingegossen wird.

25

30

Der Fahrzeugsensor 4 wird mit der offenen Seite des Gehäuses 4.10 beziehungsweise mit der Seite, an der sich die elastische Koppelschicht 7.1 befindet, an der Fahrzeugstruktur 5 angebracht. Dazu wird das Gehäuse 4.10

mittels einer Klebeverbindung als umlaufende Verbindung 9 an der Fahrzeugstruktur 5 derart befestigt, dass die elastische Koppelschicht 7.1 zur Übertragung der Signale des Körperschalls und der Beschleunigung direkt an der Fahrzeugstruktur 5 anliegt. Aus Gründen von Toleranzen beispielsweise bei der Herstellung verbleibt ein Hohlraum 10 im Bereich der Gehäuseaußenwand. Im Bereich der piezoelektrischen Schicht 4.1 sorgt die elastische Koppelschicht 7.1 für den erforderlichen Toleranzausgleich und damit für einen optimalen Kontakt und optimale Übertragung der Signale zwischen piezoelektrischer Schicht 4.1 und der Fahrzeugstruktur 5.

Die umlaufende Verbindung 9 kann alternativ auch als Schweiß- oder Lötverbindung ausgeführt sein. Zusätzlich kann sie außerdem durch eine hier nicht dargestellte mechanische Verbindung wie eine Klemmverbindung oder eine Verschraubung verstärkt werden. Dies kann beispielsweise im Montageprozess vorteilhaft sein, wenn man Wartezeiten für das Trocknen der Klebeverbindung vermeiden möchte.

Fig. 4.1 zeigt eine detaillierte Darstellung der Anbringung der piezoelektrischen Schicht 4.1 auf dem Träger 4.3 der in Fig. 3 dargestellten ersten Ausführungsform. Unterhalb der piezoelektrischen Schicht 4.1 ist die gemeinsame Elektrode 4.1.1 angebracht, die linksseitig um die piezoelektrische Schicht 4.1 nach oben führt, um mit einer kleineren Teilfläche zwischen der piezoelektrischen Schicht 4.1 und der elastischen Kontaktierschicht 4.8.1 zu liegen zu kommen. Oberhalb der piezoelektrischen Schicht 4.1 beziehungsweise zwischen der piezoelektrischen Schicht 4.1 und der elastischen Kontaktierschicht 4.8.1 ist eine weitere Elektrode 4.1.2 angebracht, die gemäß der Erfindung in mehrere Elektroden aufgeteilt sein kann, die einer Aufteilung des Messwertaufnehmers in einzelne Messwertaufnahmerelemente entspricht. Der Träger 4.3 umfasst zwei Durchkontaktierungen 4.3.1, die es ermöglichen, eine elektrische Verbindung zwischen den zwei Elektroden 4.1.1 und 4.1.2 und der Verarbeitungseinheit 4.2 herzustellen.

Fig. 4.2 zeigt eine vergrößerte Darstellung des durch einen punktierten Kreis definierten Ausschnittes der Fig. 4.1 beziehungsweise der Kontaktierung der gemeinsamen Elektrode 4.1.1. Die gemeinsame Elektrode 4.1.1 ist linksseitig um die piezoelektrische Schicht 4.1 herumgeführt. Damit ist sie durch eine kleinere Teilfläche mit der elastischen Kontaktierschicht 4.8.1 verbunden. Über eine Kontaktfläche 4.3.2 und einer Verdrahtungsleitung 4.3.3, die durch die Durchkontaktierung 4.3.1 verbunden sind, ist die gemeinsame Elektrode 4.1.1 mit der Verarbeitungseinheit 4.2 elektrisch verbunden. Die Kontaktfläche 4.3.2 ist deutlich geringer als die elastische Kontaktierschicht 4.8.1, so dass eine Verbindung zwischen der elastischen Kontaktierschicht 4.8.1 und dem Träger 4.3 gewährleistet ist.

Fig. 4.3 zeigt die Darstellung eines der Linie A-B folgenden Schnittes der Fig. 4.1 und damit die Aufteilung der Fläche der Elektrode 4.1.2 und der kleineren Teilfläche der gemeinsamen Elektrode 4.1.1. Die gemeinsame Elektrode 4.1.1 wurde um die piezoelektrische Schicht 4.1 herumgeführt, um eine elektrische Verbindung mit der Verarbeitungseinheit 4.2. durch den oben beschriebenen elektrischen Signalpfad zu ermöglichen. Die Elektrode 4.1.2, die hier als eine einzelne Elektrode dargestellt ist, kann je nach Anwendungszweck des Fahrzeugsensors 4 in mehrere Elektroden, die einer Aufteilung in mehrere Messwertaufnahmerelemente entspricht, aufgeteilt werden, indem man die Fläche der Elektrode 4.1.2 aufteilt.

Die Figuren 5.1, 5.2, 6.1, 6.2 zeigen nun ebenfalls der Linie A-B folgende Schnitte der Fig. 4.1, wobei die piezoelektrische Schicht 4.1 und analog dazu auch die Elektrode 4.1.2 in unterschiedliche Anordnungen aufgeteilt wurde.

Fig. 5.1 zeigt eine Facettenanordnung der Messelektroden 4.1.3, die einer Facettenanordnung der Messwertaufnahmerelemente entspricht. Die Messelektroden 4.1.3 sind als feste Bestandteile des Messwertaufnehmers 4.1 ausgebildet. Die gemeinsame Elektrode 4.1.1 dient jeder Messelektrode 4.1.3 zum Erfassen des Potentialunterschieds der piezoelektrischen Schicht zwischen der jeweiligen Elektrode 4.1.3 und der gemeinsamen Elektrode

4.1.1. Fig. 5.2 zeigt analog dazu eine Array-Anordnung der Messelektroden 4.1.4, die einer Array-Anordnung der Messwertaufnehmerelemente entspricht. Mit mindestens 8 Messelektroden lässt sich eine Ebene hinsichtlich des Körperschalls überwachen und eine Bestimmung des Ursprungs der Körperschallwelle durchführen. Mit mehr als 8 Messelektroden ist außerdem eine Auswertung von überlagerten unabhängigen Wellen beziehungsweise eine Differenzierung zwischen überlagerten unabhängigen Wellen möglich.

Fig. 6.1 zeigt hingegen eine Digital-Anordnung der Messelektroden 4.1.5, die einer Digitalanordnung der Messwertaufnehmerelemente entspricht. Mittels einer solchen kammartigen Ausbildung der zwei Messwertaufnehmerelemente beziehungsweise der zwei Messelektroden 4.1.5 lassen sich Filtereigenschaften des Fahrzeugsensors realisieren. Neben der gemeinsamen Elektrode 4.1.1 sind mindestens zwei solcher kammartig ausgebildeten Messwertaufnehmerelemente erforderlich, um eine Filtercharakteristik für longitudinale Körperschallwellen des Fahrzeugsensors auszubilden. Außerdem haben auch bei dieser Anordnung die geometrische Anordnung und die geometrischen Abmessungen der Messwertaufnehmerelemente beziehungsweise der Messelektroden Einfluss auf die Signalübertragung der Körperschallwellen.

Fig. 6.2 zeigt eine Anordnung der Elektroden gemäß der Figur 4.3, wobei der gemeinsamen Elektrode 4.1.1 und der Elektrode 4.1.2 eine Selbsttestelektrode 4.1.6 hinzugefügt wurde. Diese Selbsttestelektrode 4.1.6 lässt sich auch in den anderen aufgeführten Ausführungsbeispielen für die Anordnung von Messelektroden (Fig. 5.1, 5.2, 6.1) zu den dort dargestellten Messelektroden 4.1.x hinzufügen, um eine Selbsttestfähigkeit des Fahrzeugsensors 4 zu implementieren. Über die Selbsttestelektrode 4.1.6 wird ein Testsignal eingespeist, dass infolge einer Verkoppelung über die piezoelektrische Schicht von der Elektrode 4.1.2 gemessen wird. Analog dazu kann bei einer Implementierung einer Selbsttestelektrode in den anderen aufgeführten Ausführungsbeispielen für die Anordnung von Messwertaufnehmerelementen beziehungsweise Messelektroden (Fig. 5.1,

5.2, 6.1) dieses Testsignal von den dort dargestellten Messelektroden 4.1.x gemessen werden.

Fig. 7 zeigt eine zweite Ausführungsform des Fahrzeugsensors 4 gemäß der  
5 Erfindung, der auf einer Fahrzeugstruktur 5 angebracht ist. Analog wie in Fig. 3 beschrieben, umfasst der Fahrzeugsensor 4 ein Substrat als Träger 4.3. Unterhalb des Trägers 4.3 ist die Verarbeitungseinheit 4.2 angeordnet. Ebenfalls unterhalb des Trägers 4.3 kann ein Beschleunigungssensor 4.4 angeordnet sein. Eine piezoelektrische Schicht mit Messelektroden ist als  
10 Messwertaufnehmer 4.1 oberhalb des Trägers 4.3 über eine Klebestelle 4.8.3 mit dem Träger 4.3 verbunden. Der Messwertaufnehmer 4.1 ist über die viskoelastische Koppelschicht 7.2 mit dem Hybridgehäuse-Boden 4.5.1 signaltechnisch verkoppelt und verbunden. Unterhalb des Trägers verschließt der Hybridgehäuse-Deckel 4.5.2 den Fahrzeugsensor 4.

15 Über die Bondverbindungen 4.8.2 werden die von der Verarbeitungseinheit 4.2 gelieferten Messsignale an die Steckerpins 8.1 weitergeleitet und nach außen geführt. Die Steckerpins 8.1 sind als Glasdurchführungen des Hybridgehäuse-Bodens ausgebildet.

20 Das Hybridgehäuse 4.5 ist mittels einer Klebeverbindung 9.1 an einem Montageblock 11 befestigt. Alternativ kann das Hybridgehäuse auch über eine Schweiß- oder Lötverbindung an dem Montageblock 11 befestigt sein. Die Befestigung kann, wie hier nicht dargestellt, beispielsweise durch eine  
25 Schraubenverbindung verstärkt werden. Der Montageblock 11 weist einen geeigneten Hohlraum 10 auf, um den Fahrzeugsensor 4 in seinem Hybridgehäuse 4.5 aufzunehmen. Der Montageblock 11 ist mit einer Schraubenverbindung 12 an der Fahrzeugstruktur 5 befestigt. Zusätzlich kann die Befestigung durch eine hier nicht näher dargestellte Klebe-, Schweiß- oder  
30 Lötverbindung verstärkt werden.

Die Körperschallwellen breiten sich längs der Fahrzeugstruktur in Richtung 6 aus, wobei sie sich in transversale Körperschallwellen 6.2 und longitudinale



Körperschallwellen 6.1 unterteilen. Der Montageblock 11 und das Hybridgehäuse 4.5 sind derart befestigt, dass sie eine Übertragung insbesondere der longitudinalen Körperschallwellen gewährleisten, wie mit der Strichpunktlinie dargestellt. Über die viskoelastische Koppelschicht 7.2 werden die Körperschallwellen weiter auf die piezoelektrische Schicht 4.1 übertragen. Somit ist der Fahrzeugsensor signaltechnisch mit der Fahrzeugstruktur 5 verkoppelt.

Das Hybridgehäuse 4.5 bildet einen Schutz, beispielsweise vor Feuchtigkeit, für den Träger 4.3 mit dem Messwertaufnehmer 4.1, der Verarbeitungseinheit 4.2 und dem Beschleunigungssensor 4.4. Es ist derart ausgebildet, dass es einfach im Hohlraum 10 des Montageblocks 11 eingefügt und mit einem Verguss ausgefüllt wird. Der Montageblock 11 weist eine Form auf, die den erforderlichen Toleranzausgleich bei der Anbringung zwischen Fahrzeugsensor und Fahrzeugstruktur vornimmt.

Alternativ kann auf den Montageblock 11 verzichtet werden, wenn die Fahrzeugstruktur 5 eine Aussparung ähnlich dem Hohlraum 10 des Montageblocks 11 aufweist, um das Hybridgehäuse 4.5 aufzunehmen.

Fig. 8 zeigt eine vergrößerte Darstellung eines durch einen Kreis definierten Ausschnittes der Fig. 7. Er stellt detailliert die Anbringung des Montageblocks 11 an der Fahrzeugstruktur 5 dar. Der Montageblock 11 ist mit einer Schraubenverbindung 12 an der Fahrzeugstruktur 5 befestigt. Zusätzlich ist die Befestigung durch mechanische Kontaktstellen 11.1 verstärkt.

Die mechanischen Kontaktstellen 11.1 weisen eine Kegelform mit einer kreisförmigen Grundfläche auf. Alternativ sind auch Kontaktstellen möglich, deren Kegel eine ovale Grundfläche hat. Je nach den geometrischen Abmessungen und der geometrischen Anordnung dieser Kontaktstellen 11.1 wird eine bevorzugte Übertragung gewünschter Signalanteile wie die des longitudinalen Körperschalls 6.1 von der Fahrzeugstruktur 5 auf den Montageblock 11 und eine Dämpfung unerwünschter Signalanteile erreicht.

Bezüglich der geometrischen Abmessungen der mechanischen Kontaktstellen 11.1 beziehungsweise der Abstände der Anbringung der mechanischen Kontaktstellen 11.1 gilt auch hier, dass diese je nach Anwendung des Fahrzeugsensors abhängig von der zu erfassenden Wellenlänge des Körperschalls sind.

Fig. 9.1 zeigt eine dritte Ausführungsform des Fahrzeugsensors 4 gemäß der Erfindung. Auch hier umfasst der Fahrzeugsensor 4 einen Träger 4.3, der auf der einen Seite eine Verarbeitungseinheit 4.2 und einen

Beschleunigungssensor 4.4 aufweist und auf der anderen Seite mit einem Piezoelement 4.1 über eine Klebeverbindung 4.8.3 verbunden ist. Die vom Piezoelement 4.1 gemessenen Signale werden durch eine Durchkontaktierung 4.3.1 zur Verarbeitungseinheit geleitet. Über die Bondverbindungen 4.8.2 werden die von der Verarbeitungseinheit 4.2 verarbeiteten Signale zu den Steckerpins 8.1 nach außen weitergeleitet. Die Steckerpins 8.1 sind auch hier als Glasdurchführungen im Hybridgehäuse 4.5 ausgeführt. In dieser Ausführungsform umschließt das Hybridgehäuse 4.5 die vorher genannten Bestandteile des Fahrzeugsensors 4 vollkommen. Das Hybridgehäuse 4.5 ist mittels einer Klebeverbindung 9.1 an der Fahrzeugstruktur 5 befestigt.

Abweichend von der ersten oder zweiten Ausführungsform ist das Piezoelement 4.1 im rechten Winkel zum Träger 4.3 angeordnet. Dadurch wird eine Dämpfung der transversalen Körperschallwellen 6.2 erzielt.

Fig. 9.2 zeigt zum besseren Verständnis die Darstellung eines der Linien A-B folgenden Schnittes der Fig. 9.1. Die Erfassung der longitudinalen Körperschallwellen 6.1 wird dadurch ermöglicht, dass das Piezoelement 4.1 zusammen mit seiner gemeinsamen Elektrode 4.1.1 über eine starre Ankopplung 7.3 mit dem Hybridgehäuse 4.5 verbunden ist und das Hybridgehäuse 4.5 wiederum durch einen Verguss oder eine viskoelastische Koppelschicht 7.2 mit der Fahrzeugstruktur 5 verbunden ist. Die starre Ankopplung 7.3 als auch die viskoelastische Koppelschicht 7.2 ermöglichen

einerseits das bevorzugte Übertragen gewünschter Signalanteile als auch eine Dämpfung unerwünschter Signalanteile.

Die Klebeverbindung 4.8.3 zwischen dem Träger 4.3 und dem Piezoelement 4.1 ist mit mindestens einer Verdrahtungsleitung 4.3.3 ausgebildet, um die elektrische Signalübertragung zwischen der gemeinsamen Elektrode 4.1.1 und der Durchkontaktierung 4.3.1 und damit der Verarbeitungseinheit 4.2 zu realisieren.

Das Hybridgehäuse 4.5 schützt den Fahrzeugsensor 4 beispielsweise vor Feuchtigkeit und ist so ausgebildet, dass es in einen geeigneten kreisförmigen Hohlraum 10 der Fahrzeugstruktur 5 eingepasst wird, mittels der Klebeverbindung 9.1 mit der Fahrzeugstruktur 5 verbunden wird und mit dem Verguss 4.6 oder der viskoelastischen Koppelschicht 7.2 zumindest teilweise ausgefüllt wird. Zusätzlich kann das Hybridgehäuse mit einer mechanischen Fixierung wie einer Klemm- oder Schraubverbindung an der Fahrzeugstruktur 5 befestigt werden. Durch den kreisförmigen Hohlraum 10 in der Fahrzeugstruktur 5 wird zusätzlich die Ausbreitung der transversalen Körperschallwelle behindert und damit eine Dämpfung dieser Welle erreicht.

Alternativ kann der Fahrzeugsensor ähnlich wie in der zweiten Ausführungsform beschrieben über einen Montageblock mit der Fahrzeugstruktur 5 verbunden werden. Die Formgebung des Fahrzeugsensors 4 beziehungsweise seines Hybridgehäuses 4.5 ebenso wie die Ausbildung des Vergusses 4.6 oder der elastischen Koppelschicht 7.2 sorgen für den notwendigen Toleranzausgleich bei der Anbringung und eine optimale Übertragung der Körperschall- und Beschleunigungssignale auf den Fahrzeugsensor 4.

Fig. 10.1 zeigt eine Darstellung der Ankopplung der Messwertaufnahmerelemente 4.1.3 an die Fahrzeugstruktur 5 über die viskoelastische Koppelschicht 7.2. Die viskoelastische Koppelschicht 7.2 ist

als eine gemeinsame, sich über alle Messwertaufnehmerelemente 4.1.3 erstreckende Schicht ausgebildet.

Fig. 10.2 zeigt dagegen eine Darstellung der Ankopplung der Messwertaufnehmerelemente 4.1.3 an die Fahrzeugstruktur 5 über viskoelastische Noppen 7.2.1. Der Raum zwischen den Noppen 7.2.1, die hier eine abgeflachte kugelförmige Form aufweisen, ist mit einem Underfiller-Material ausgefüllt. Dieses Material ist im Gegensatz zu dem viskoelastischen Material der Noppen 7.2.1 hart und unelastisch.

Fig. 10.3 zeigt eine Darstellung der Ankopplung der Messwertaufnehmerelemente 4.1.3 an die Fahrzeugstruktur 5 über mit viskoelastischem Material gefüllte Freisparungen 7.2.3 einer Matrize 7.2.4. Der Messwertaufnehmer ist mittels einer Matrize 7.2.4 mit der Fahrzeugstruktur 5 verbunden. Die Matrize 7.2.4 weist im Bereich der Messwertaufnehmerelemente 4.1.3 Freisparungen 7.2.3 auf. Diese sind mit dem viskoelastischen Material zur Signalankopplung aufgefüllt.

Fig. 11.1 zeigt verschiedene Ausführungsformen der Noppen beziehungsweise Freisparungen der Matrize. Sie unterscheiden sich hinsichtlich ihres Querschnittes, der kreisförmig, rechteckig oder quadratisch sein kann, und ihrer Form, die quaderförmig oder teilkegelförmig sein kann. Ebenso kann ihre Dicke beziehungsweise Höhe unterschiedlich sein. Außerdem können sie zusätzlich Aussparungen wie beispielsweise Rillen oder Ausbuchtungen, wie in den zwei rechten Ausführungsformen der Fig. 11.1 dargestellt, aufweisen.

Fig. 11.2 zeigt schließlich eine Darstellung der Ankopplung der Messwertaufnehmerelemente an die Fahrzeugstruktur mit einer Anpassung der Welle an das Messwertaufnehmerelement. Durch eine geeignete Ausbildung der viskoelastischen Noppe 7.2.1 ist es möglich, eine durch die Fahrzeugstruktur laufende Welle so zu brechen, dass sie von dem Messwertaufnehmerelement 4.1.3 optimal erfasst werden kann.

**Bezugszeichen**

	1	Fahrzeug
5	1.1	Fahrtrichtung des Fahrzeugs
	2	Steuergerät
	2.1	Auswertungseinheit
	2.2	Steuergerät mit Beschleunigungsaufnehmern
	3.1.2	Seitensensoren mit Richtungsempfindlichkeit in x- und y-
10		Richtung
	3.2	seitlich angeordneter Upfrontsensor mit
		Richtungsempfindlichkeit in x-Richtung
	3.3	zentral angeordneter Upfrontsensor mit
		Richtungsempfindlichkeit in x-Richtung
15	4	Fahrzeugsensor gemäß der Erfindung
	4.0	Sensorkörper
	4.1	Messwertaufnehmer
	4.1.1	gemeinsame Elektrode des Messwertaufnehmers
	4.1.2	einzelne Elektrode des Messwertaufnehmers
20	4.1.3	Facettenanordnung der Messelektroden des
		Messwertaufnehmers
	4.1.4	Arrayanordnung der Messelektroden des Messwertaufnehmers
	4.1.5	Digitalanordnung der Messelektroden des Messwertaufnehmers
	4.1.6	Selbsttestelektroden des Messwertaufnehmers
25	4.2	Verarbeitungseinheit
	4.2.1	Ausgang der Verarbeitungseinheit
	4.3	Träger
	4.3.1	Durchkontaktierung
	4.3.2	Kontaktfläche
30	4.3.3	Verdrahtungsleitung
	4.4	Beschleunigungssensor
	4.5	Hybridgehäuse
	4.5.1	Hybridgehäuse-Boden

	4.5.2	Hybridgehäuse-Deckel
	4.6	Verguss
	4.7	Moldmaterial
	4.8.1	elastische Kontaktierschicht
5	4.8.2	Bondverbindung
	4.8.3	Klebestelle
	4.9	Lead Frame
	4.10	Gehäuse
	5	Fahrzeugstruktur
10	6	Ausbreitungsrichtung der Körperschallwelle
	6.1	Ausbreitungsrichtung der longitudinalen Körperschallwelle
	6.2	Ausbreitungsrichtung der transversalen Körperschallwelle
	6.3	Beschleunigungssignalanteil
	6.4	Körperschallsignalanteil
15	7.1	elastische Koppelschicht
	7.2	visko-elastische Koppelschicht
	7.2.1	Noppen aus viskoelastischem Material
	7.2.2	Underfiller
	7.2.3	mit viskoelastischem Material gefüllte Freisparungen einer
20		Matrize
	7.2.4	Matrize
	7.3	starre Ankopplung
	8.1	Steckerpin
	8.2	Anschlusstecker
25	9	umlaufende Verbindungsstelle
	9.1	Klebeverbindung
	10	Hohlraum
	11	Montageblock
	11.1	Kontaktstelle
30	12	Befestigungsschraube

### Patentansprüche

1. Fahrzeugsensor (4) zur Erfassung von Körperschall, der  
5 einen Messwertaufnehmer (4.1) zur Erfassung des Körperschalls  
umfasst, wobei der Messwertaufnehmer (4.1) mehrere einzelne,  
gesonderte Messwertaufnehmerelemente (4.1.x) umfasst, die jeweils  
mit einer Fahrzeugstruktur (5) derart gekoppelt sind, dass  
10 Körperschallwellen von der Fahrzeugstruktur (5) auf die  
Messwertaufnehmerelemente (4.1.x) übertragen werden.
2. Fahrzeugsensor nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Messwertaufnehmerelemente (4.1.x) mit der Fahrzeugstruktur (5)  
15 derart gekoppelt sind, dass longitudinale und/oder transversale  
Körperschallwellen von der Fahrzeugstruktur (5) auf die  
Messwertaufnehmerelemente (4.1.x) übertragen werden.
3. Fahrzeugsensor nach Anspruch 1 oder 2,  
20 **dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Messwertaufnehmerelemente (4.1.x) mit der Fahrzeugstruktur (5)  
über eine elastische (7.1) oder eine visko-elastische (7.2)  
Koppelschicht zur Übertragung der Körperschallwellen gekoppelt sind.
- 25 4. Fahrzeugsensor nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die visko-elastische Koppelschicht (7.2) als eine gemeinsame, sich  
über die Fläche aller Messwertaufnehmerelemente (4.1.x) zwischen  
den Messwertaufnehmerelementen (4.1.x) und der Fahrzeugstruktur  
30 (5) erstreckende Schicht oder in Form von separaten Noppen (7.2.1)  
zwischen den Messwertaufnehmerelementen (4.1.x) und der  
Fahrzeugstruktur (5) ausgebildet ist.

5. Fahrzeugsensor nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
zwischen den Messwertaufnahmerelementen (4.1.x) und der  
Fahrzeugstruktur (5) eine Matrice (7.2.4) angeordnet ist, die  
5 Freisparungen zwischen den Messwertaufnahmerelementen (4.1.x)  
und der Fahrzeugstruktur (5) aufweist, wobei die visko-elastische  
Koppelschicht (7.2) in Form von Füllungen (7.2.3) dieser  
Freisparungen gebildet ist.
- 10 6. Fahrzeugsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Messwertaufnahmerelemente (4.1.3, 4.1.4) in Form einer  
Facettenstruktur oder eines Arrays angeordnet sind.
- 15 7. Fahrzeugsensor nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
er mindestens acht Messwertaufnahmerelemente (4.1.3, 4.1.4)  
aufweist.
- 20 8. Fahrzeugsensor nach einer der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Messwertaufnahmerelemente (4.1.5, 4.1.6) in Form einer  
Digitalstruktur oder einer Selbstteststruktur angeordnet sind.
- 25 9. Fahrzeugsensor nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
er mindestens zwei Messwertaufnahmerelemente (4.1.5, 4.1.6)  
aufweist.
- 30 10. Fahrzeugsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Abmessungen der Messwertaufnahmerelemente (4.1.x) kleiner sind



als die kleinste zu erfassende Wellenlänge des Körperschalls.

11. Fahrzeugsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

5 die Abmessungen der Messwertaufnahmerelemente (4.1.x) größer sind  
als die größte zu erfassende Wellenlänge des Körperschalls.

12. Fahrzeugsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

10 der Messwertaufnehmer (4.1) ein piezoelektrischer, piezoresistiver  
oder kapazitiver Messwertaufnehmer ist.

13. Fahrzeugsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

15 er einen Träger (4.3) für den Messwertaufnehmer (4.1) umfasst, der als  
ein Substrat, ein Verdrahtungsträger oder eine Folie ausgebildet ist.

14. Fahrzeugsensor nach Anspruch 13,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

20 der Messwertaufnehmer (4.1) über eine kraft- und/oder formschlüssige  
Verbindung (4.8.1, 4.8.3) mit dem Träger (4.3) verbunden ist.

15. Fahrzeugsensor nach Anspruch 14,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

25 die formschlüssige Verbindung (4.8.1, 4.8.3) zwischen dem  
Messwertaufnehmer (4.1) und dem Träger (4.3) eine Klebestelle oder  
eine Kontaktschicht ist.

16. Fahrzeugsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

30 er zusätzlich einen Beschleunigungssensor (4.4) umfasst.

17. Fahrzeugsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Messwertaufnahmerelemente (4.1.x) mit der Fahrzeugstruktur (5)  
über mindestens eine mechanische Kontaktstelle (11.1) zur  
5 Übertragung der Körperschallwellen gekoppelt sind.

18. Fahrzeugsensor nach Anspruch 17,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die mechanische Kontaktstelle (11.1) eine Kegelform aufweist, wobei  
10 die Grundfläche des Kegels kreisförmig oder oval ist.

19. Fahrzeugsensor nach Anspruch 17 oder 18,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Abstände zwischen den mechanischen Kontaktstellen (11.1) kleiner  
15 sind als die kleinste zu erfassende Wellenlänge des Körperschalls.

20. Fahrzeugsensor nach Anspruch 17 oder 18,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Abstände zwischen den mechanischen Kontaktstellen (11.1) größer  
20 sind als die größte zu erfassende Wellenlänge des Körperschalls.

21. Sicherheitseinrichtung für ein Fahrzeug mit mindestens einem  
Fahrzeugsensor (4) gemäß der vorhergehenden Ansprüche.

22. Diagnoseeinrichtung für ein Fahrzeug mit mindestens einem  
Fahrzeugsensor (4) gemäß der vorhergehenden Ansprüche.

23. Verwendung eines Fahrzeugsensors nach einem der Ansprüche 1 bis  
20 zur Auswertung von überlagerten voneinander unabhängigen  
30 Körperschallwellen beziehungsweise zur Differenzierung zwischen  
überlagerten voneinander unabhängigen Körperschallwellen, als  
durchstimbaren Bandpass und/oder Effektivwertbildner oder als  
Parameterschätzer oder zur Ermittlung statistischer Kenngrößen.

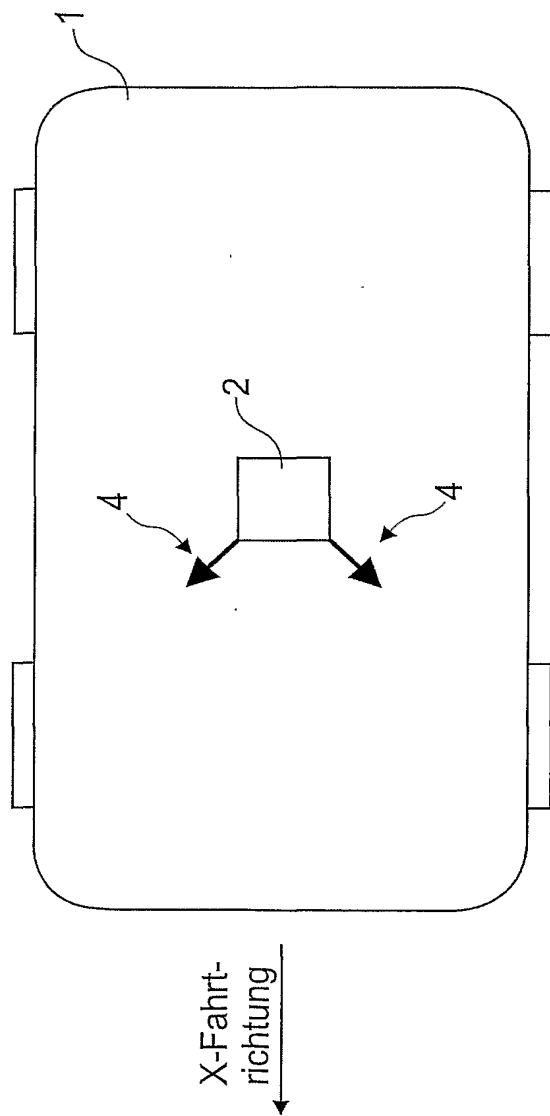
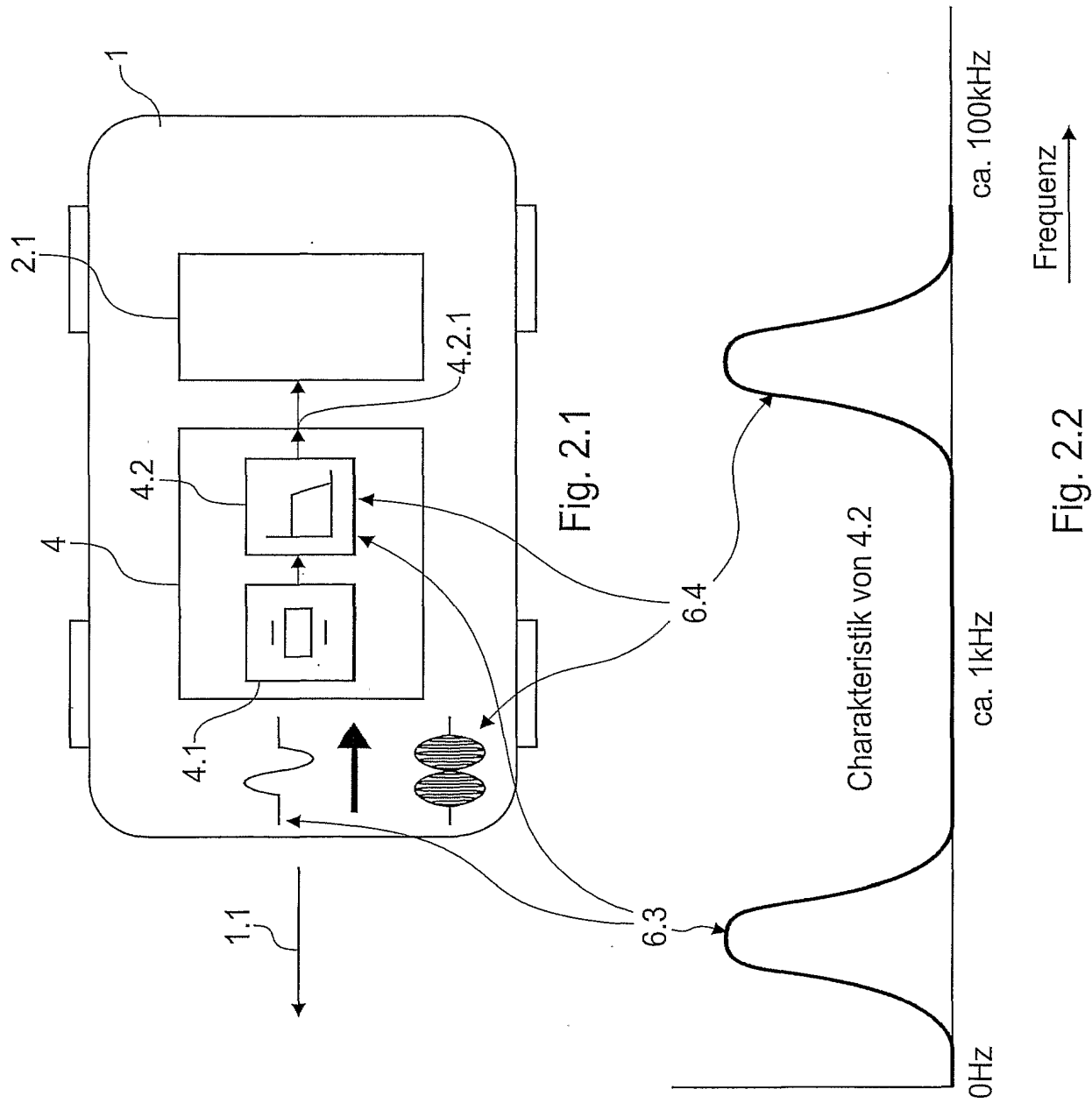


Fig. 1



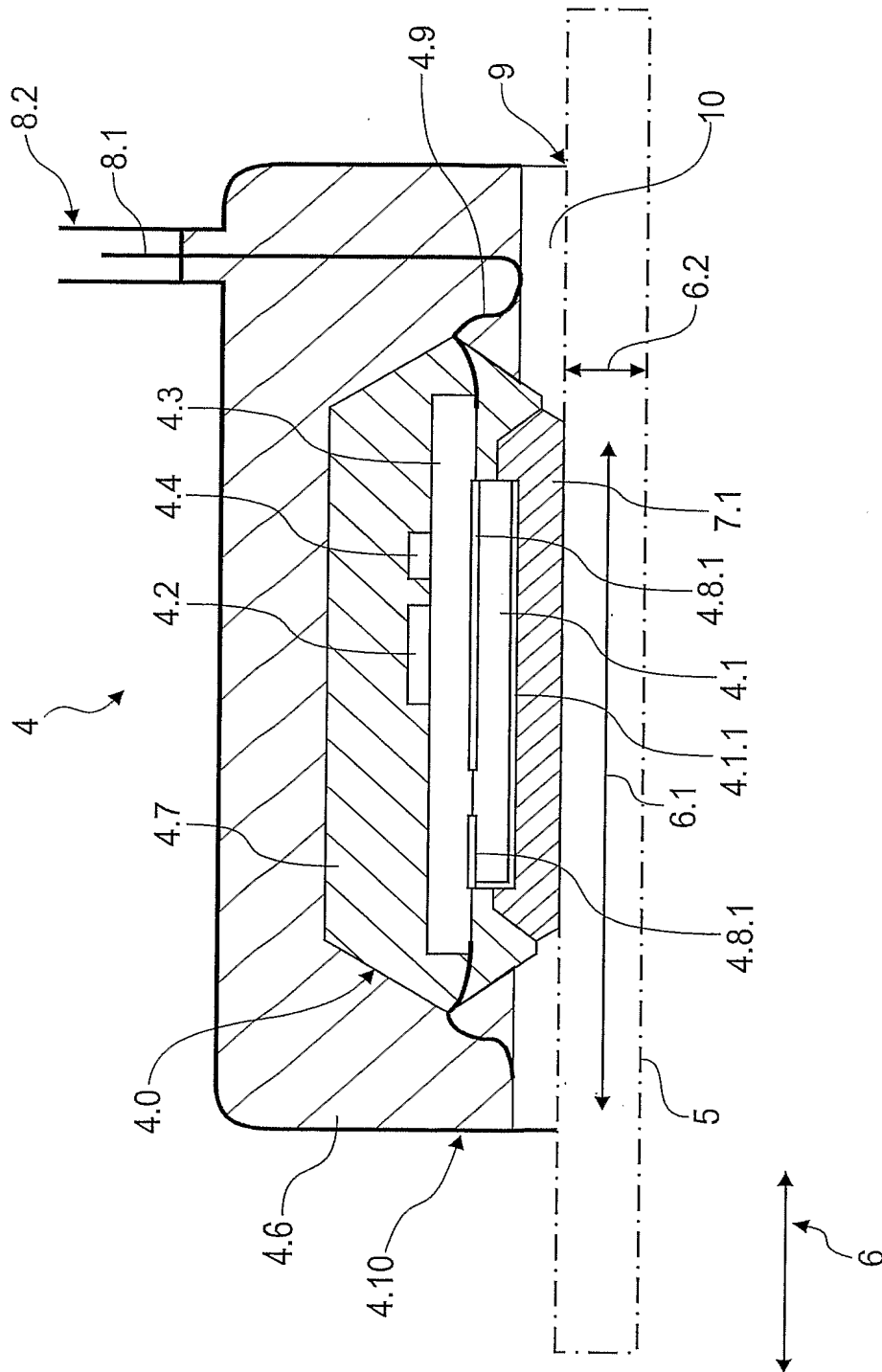


Fig. 3

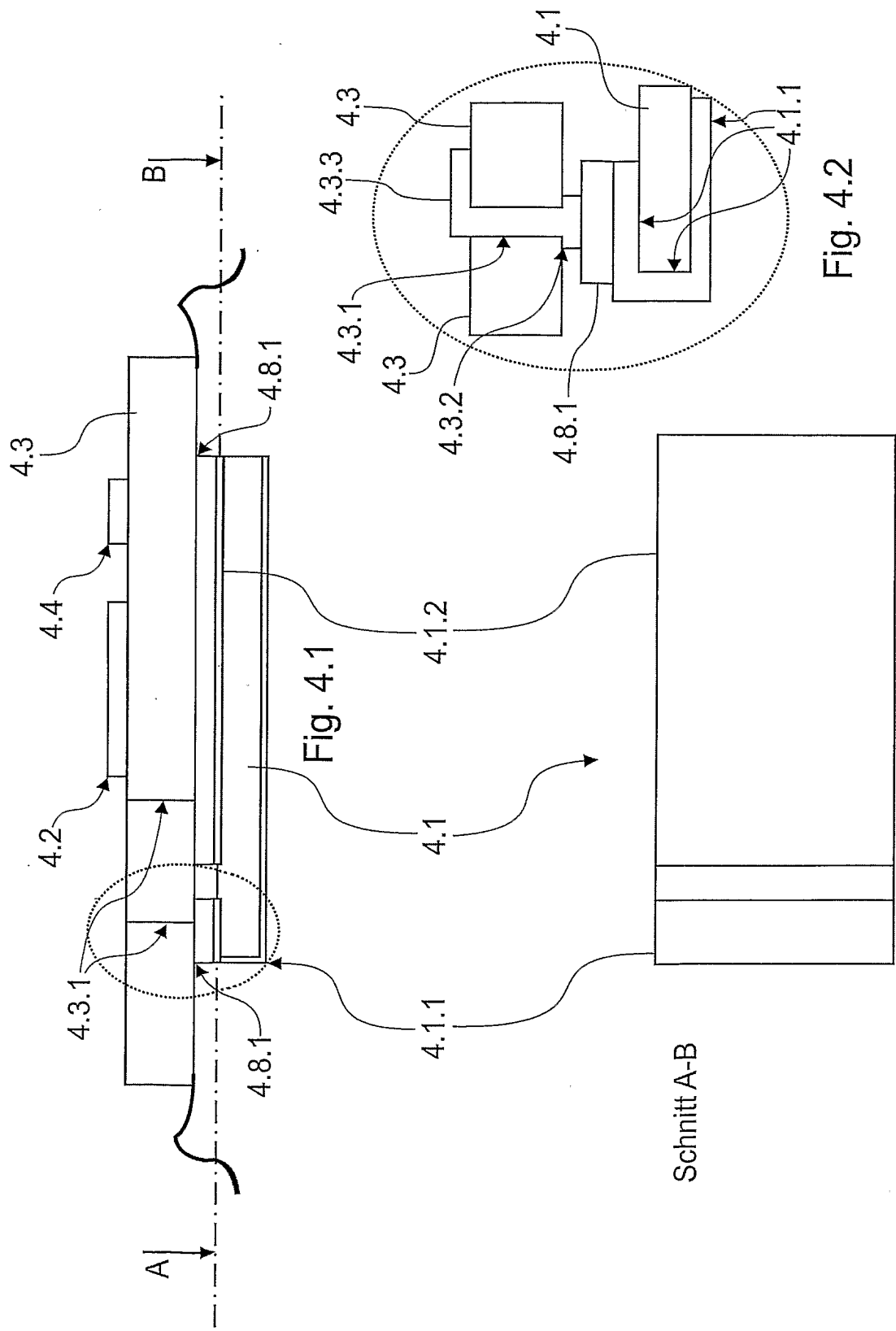


Fig. 4.1

Fig. 4.2

Fig. 4.3

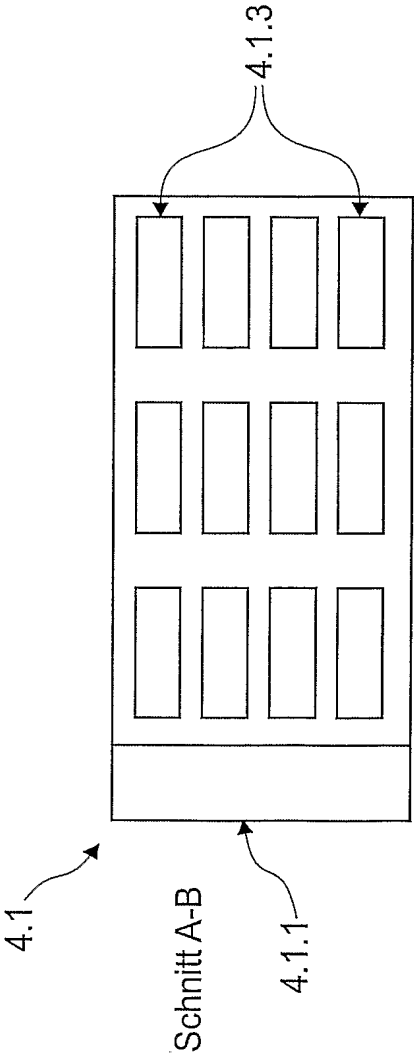


Fig. 5.1

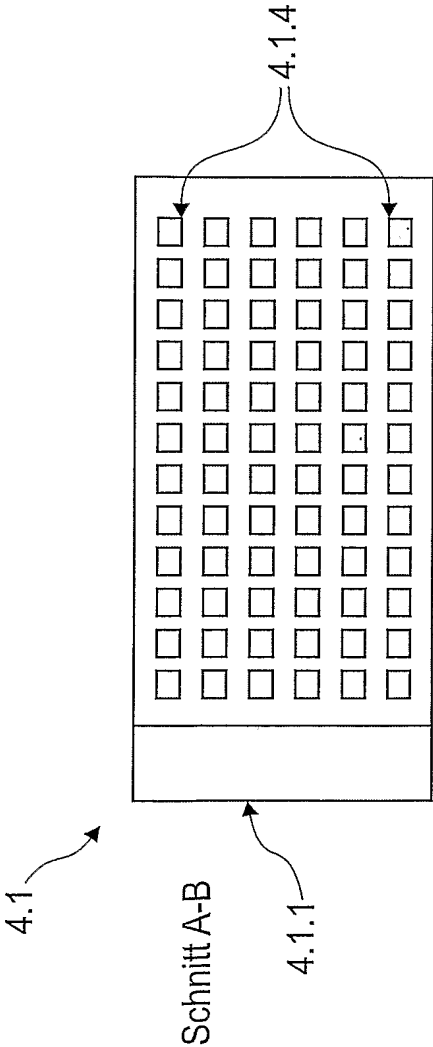


Fig. 5.2

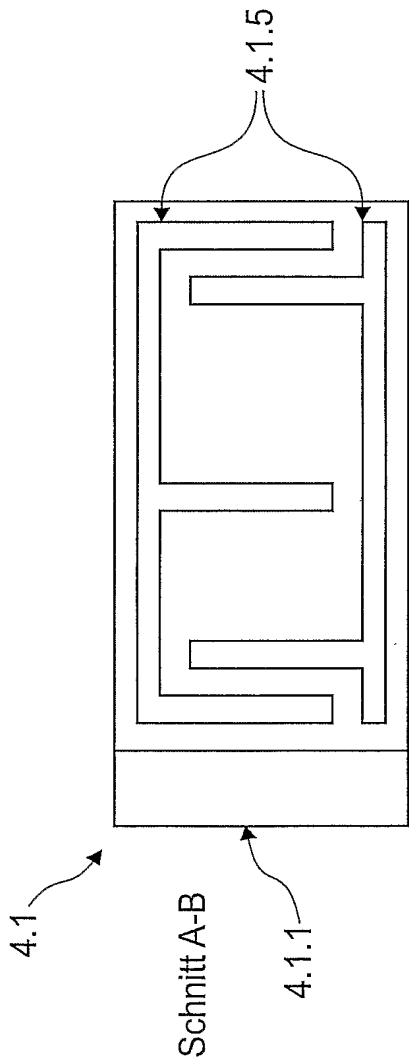


Fig. 6.1

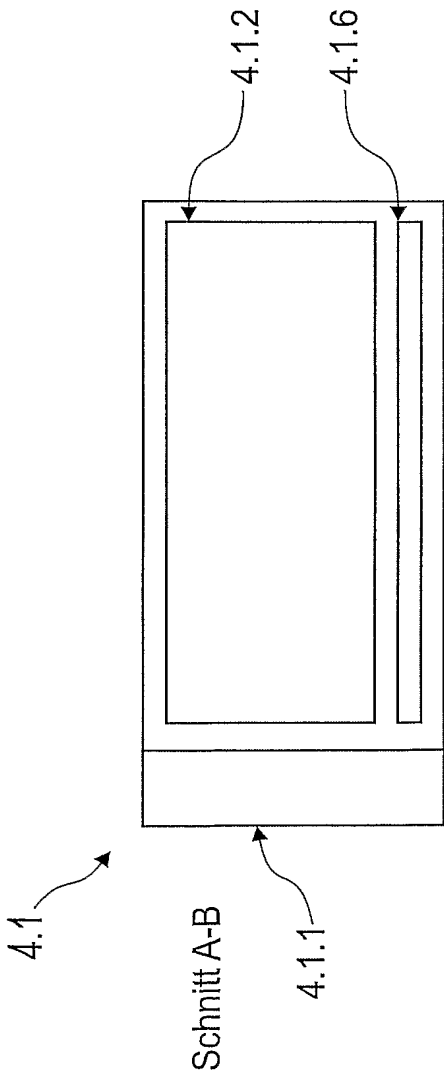


Fig. 6.2



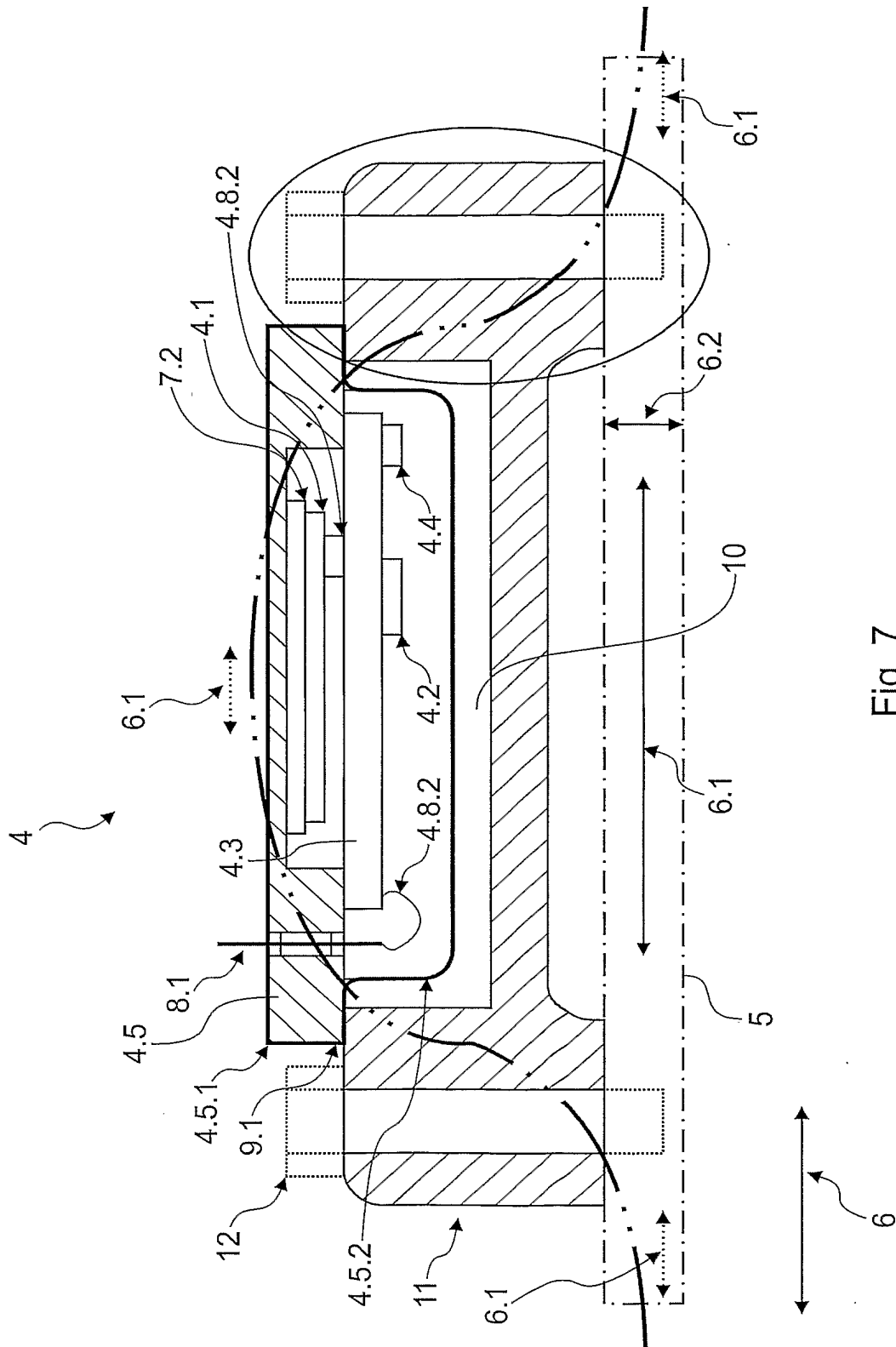


Fig. 7

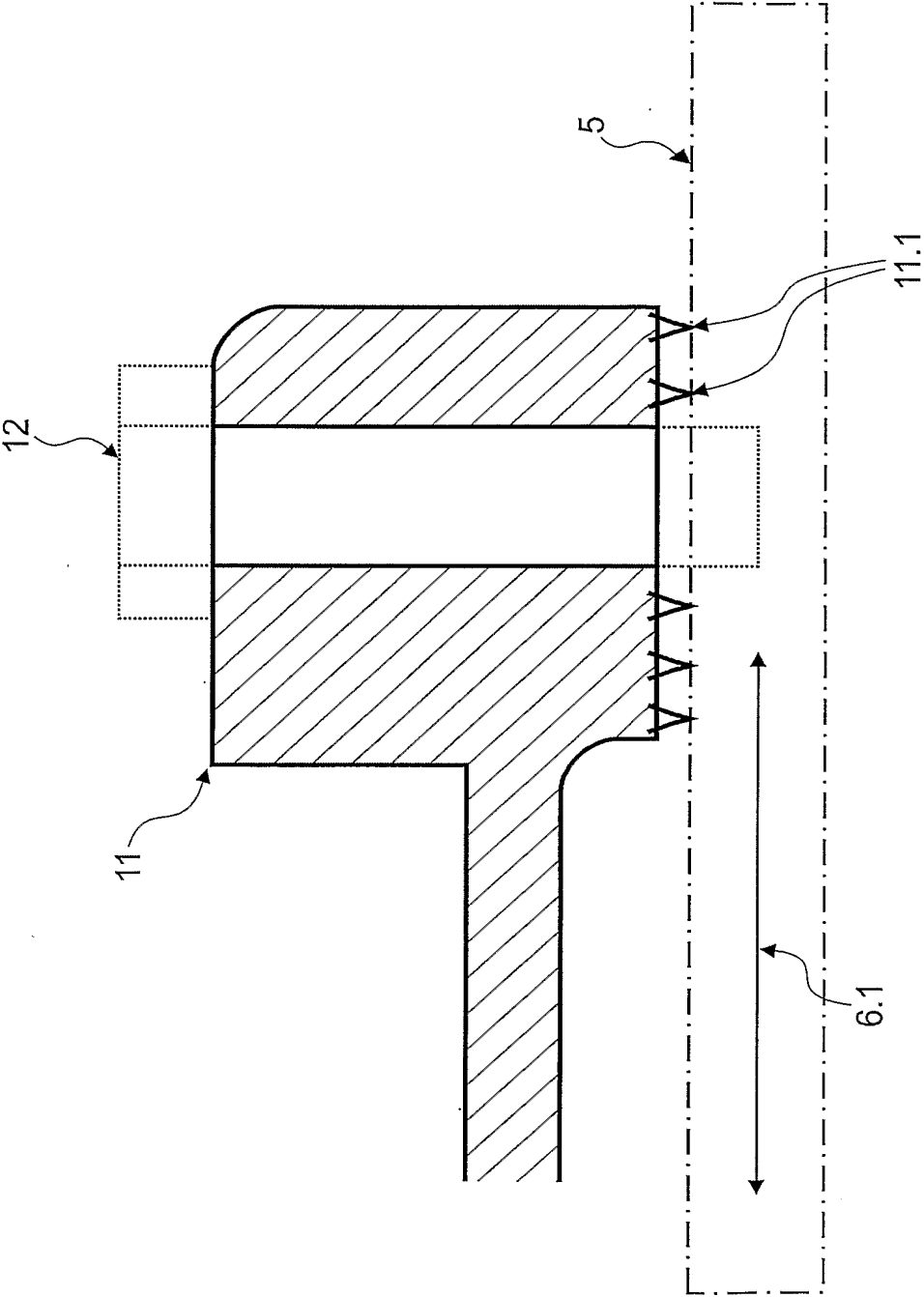
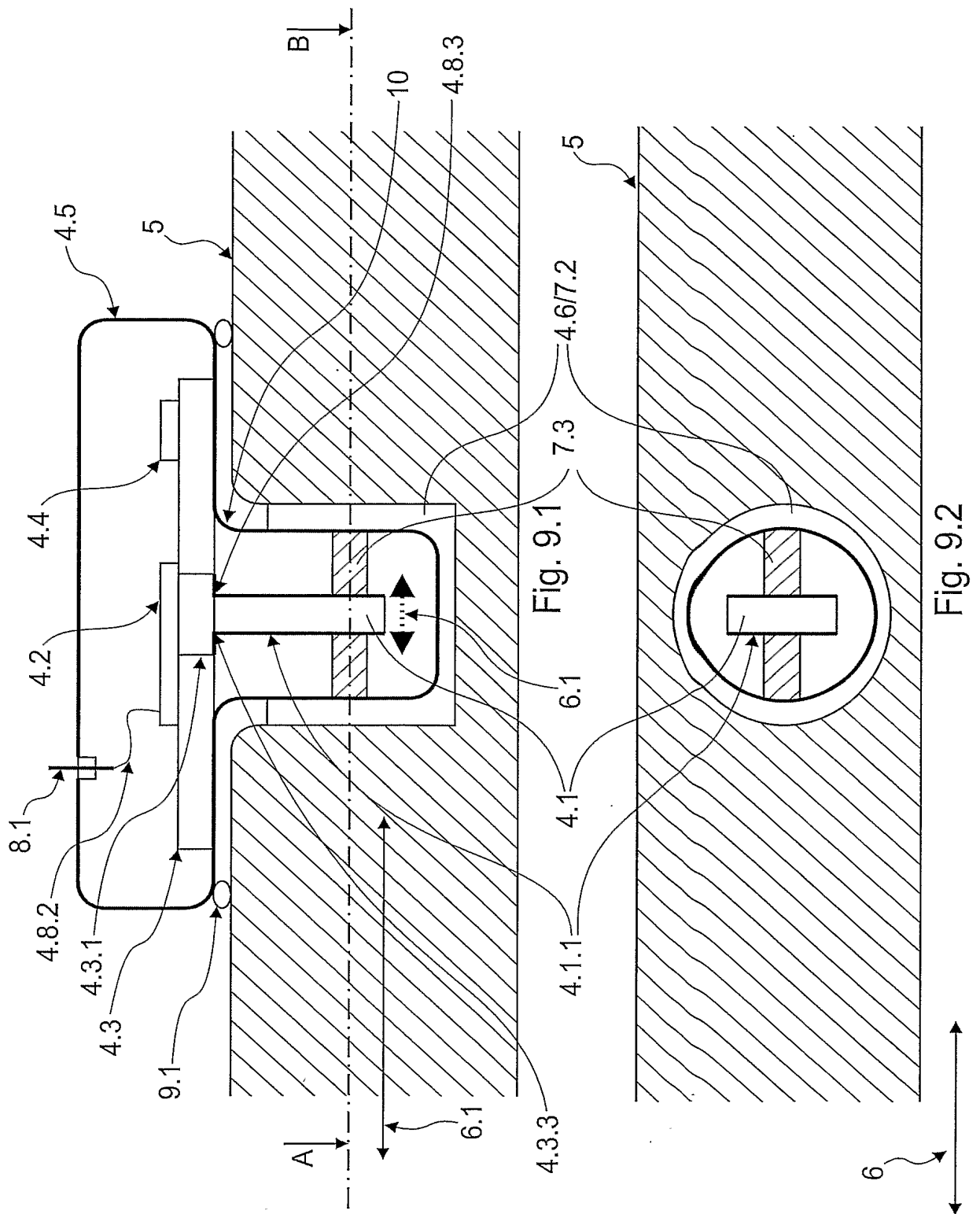


Fig. 8



10/13

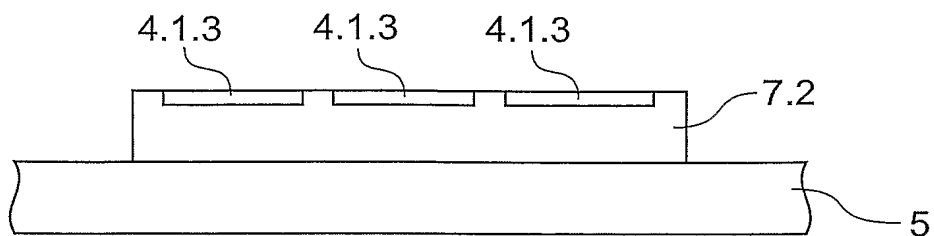


Fig. 10.1

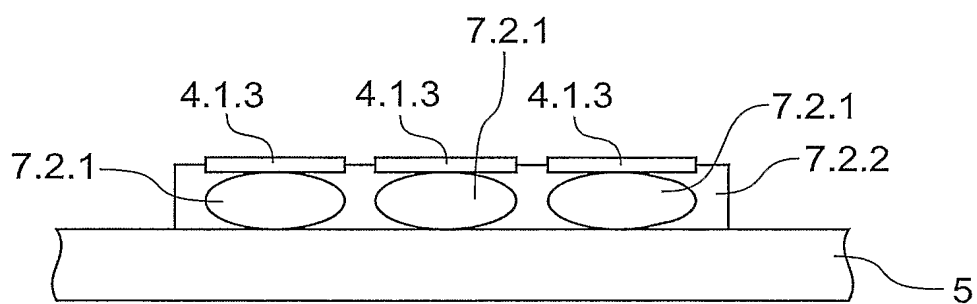


Fig. 10.2

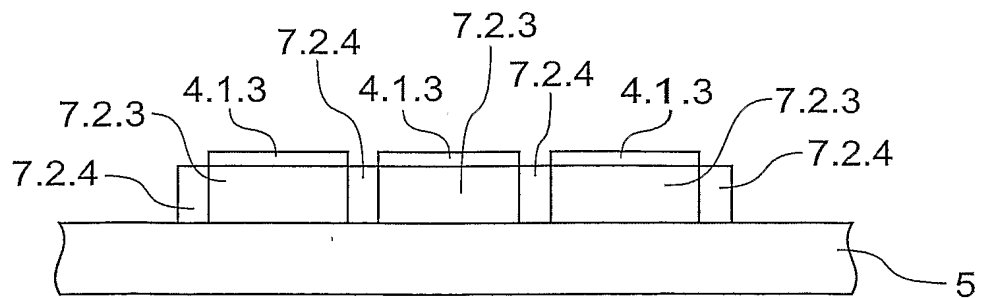


Fig. 10.3

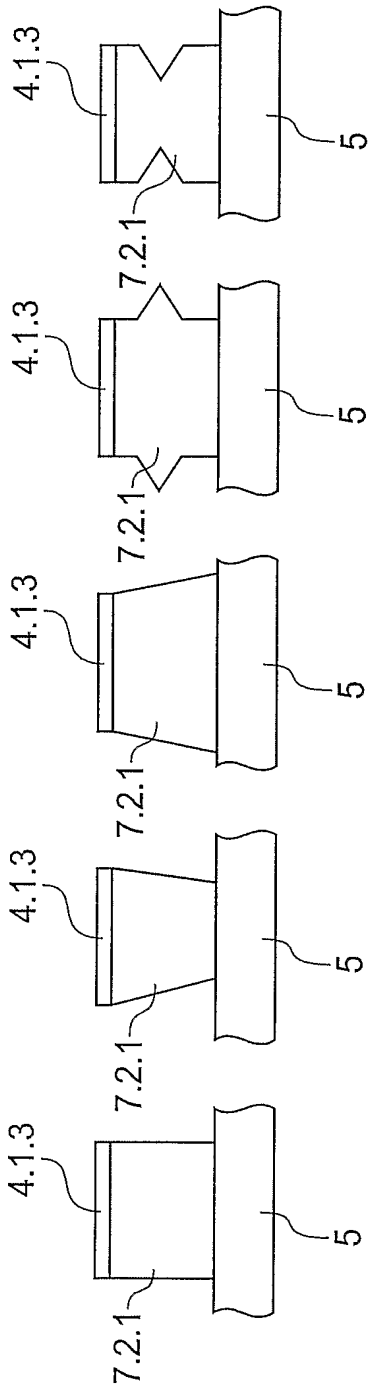


Fig. 11.1

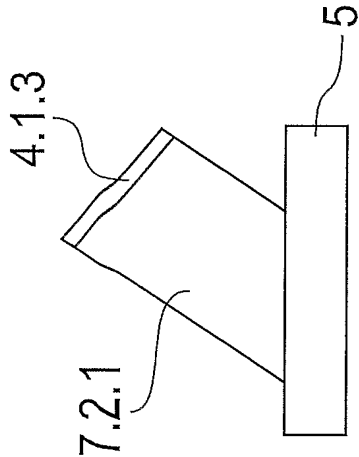
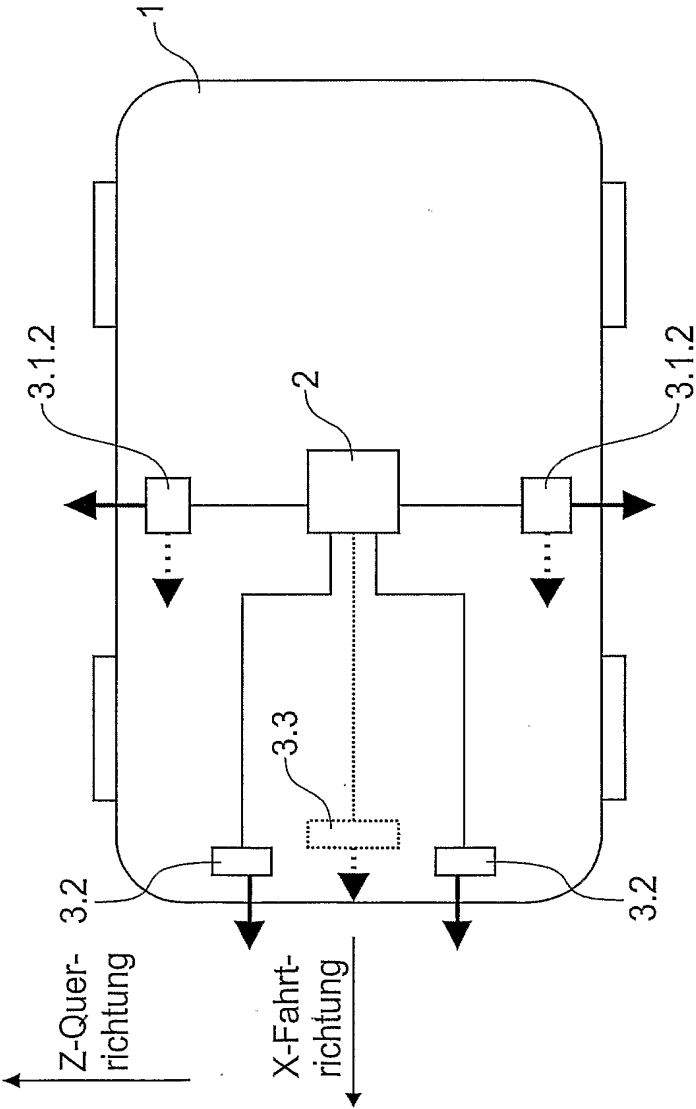
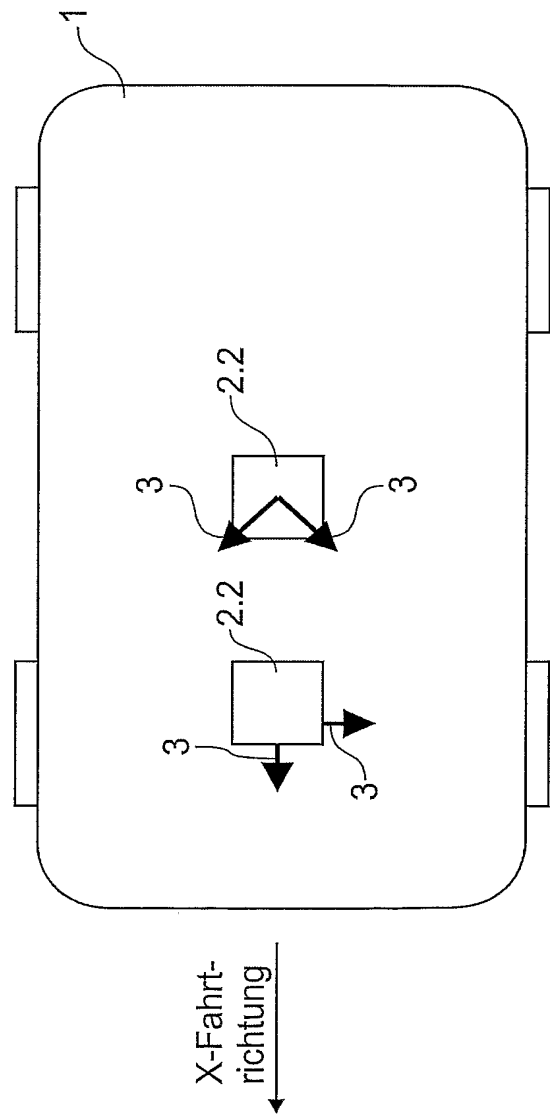


Fig. 11.2



Stand der Technik

Fig. 12



Stand der Technik

Fig. 13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2005/000555

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01H1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 37 03 946 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG EV; F) 18 August 1988 (1988-08-18) column 2, line 36 - line 41 column 3, line 30 - line 34 column 4, line 35 - line 41 column 4, line 55 - line 59	1, 21-23
A	WO 03/062780 A (ADVANCED SAFETY CONCEPTS, INC; KITHIL, PHILIP, W; NOVAK, JAMES, L) 31 July 2003 (2003-07-31) claim 1	1, 21-23
A	US 6 113 138 A (HERMANN ET AL) 5 September 2000 (2000-09-05) claim 1	1, 21-23
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 September 2005

Date of mailing of the international search report

22/09/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lorne, B



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2005/000555

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 6 595 544 B1 (HERMANN STEFAN)  22 July 2003 (2003-07-22)  abstract; figure 3  -----</p>	1, 21-23

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2005/000555

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3703946	A1	18-08-1988	NONE	
WO 03062780	A	31-07-2003	CA 2473556 A1 EP 1466153 A1 JP 2005515466 T WO 03062780 A1	31-07-2003 13-10-2004 26-05-2005 31-07-2003
US 6113138	A	05-09-2000	DE 19651123 C1	18-06-1998
US 6595544	B1	22-07-2003	WO 9917965 A1 DE 59802762 D1 EP 1019271 A1 JP 2001519268 T	15-04-1999 21-02-2002 19-07-2000 23-10-2001

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000555

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 G01H1/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 37 03 946 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG EV; F) 18. August 1988 (1988-08-18) Spalte 2, Zeile 36 - Zeile 41 Spalte 3, Zeile 30 - Zeile 34 Spalte 4, Zeile 35 - Zeile 41 Spalte 4, Zeile 55 - Zeile 59	1,21-23
A	WO 03/062780 A (ADVANCED SAFETY CONCEPTS, INC; KITHIL, PHILIP, W; NOVAK, JAMES, L) 31. Juli 2003 (2003-07-31) Anspruch 1	1,21-23
A	US 6 113 138 A (HERMANN ET AL) 5. September 2000 (2000-09-05) Anspruch 1	1,21-23
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. September 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/09/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lorne, B

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2005/000555

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>US 6 595 544 B1 (HERMANN STEFAN)  22. Juli 2003 (2003-07-22)  Zusammenfassung; Abbildung 3  -----</p>	1,21-23

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000555

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3703946	A1	18-08-1988	KEINE
WO 03062780	A	31-07-2003	CA 2473556 A1 31-07-2003 EP 1466153 A1 13-10-2004 JP 2005515466 T 26-05-2005 WO 03062780 A1 31-07-2003
US 6113138	A	05-09-2000	DE 19651123 C1 18-06-1998
US 6595544	B1	22-07-2003	WO 9917965 A1 15-04-1999 DE 59802762 D1 21-02-2002 EP 1019271 A1 19-07-2000 JP 2001519268 T 23-10-2001